JAHRBUCH DES OBERÖSTERREICHISCHEN MUSEALVEREINES

120. Band

I. Abhandlungen



Linz 1975

Inhaltsverzeichnis

Clemens Eibner: Der Ringwall auf dem Buchberg im Attergau. Vorbericht über die Grabung 1974 . . . . . S. 9

Erwin M. Ruprechtsberger: Hipposandalen und Hufeisen – Die Hufeisen aus dem Ennser Museum . . . . . S. 25

Lothar Eckhart: Die St.-Laurentius-Kirche zu Lauriacum-Lorch/Enns in Geschichte und Wissenschaft . . . . . S. 37

Vlasta Tovornik: Zum Stand der Erforschung des frühmittelalterlichen Gräberfeldes von Gusen-„Berglitzl", Pol. Bez. Perg, OÖ. S. 57

Rudolf Wolfgang Schmidt: Die Musik im Stift Ranshofen . . . . S. 67

Othmar Hageneder: Ottokar II. Přemysl und das Land ob der Enns im Spiegel des Codex diplomaticus et epistolaris regni Bohemiae V 1 (1253–1266) . . . . . S. 111

Gerhard Jaritz: Ein Urbarfragment des Hospitals am Pyhrn von ca. 1280 – betreffend Besitzungen bei Krems an der Donau . . S. 131

Kriemhild Pangerl: Das Ennser Bürgerspital als Grundherrschaft von seinen Anfängen bis zur Mitte des 16. Jahrhunderts . . . . S. 139

Alfred Höllhuber: Deckelformen des hochmittelalterlichen Schwarzhafnergeschirres, belegt durch Funde aus Ruinen, Burgställen und Hausbergen des unteren Mühlviertels . . . . . S. 191

Brigitte Heinzl: Die Glassammlung der kunsthistorischen Abteilung des OÖ. Landesmuseums . . . . . S. 211

Thomas Korth: Franz Anton Pilgram und der Bau des Elisabethinenklosters in Linz . . . . . S. 225

Rudolf Rabl: Die Medizinalgesetze Oberösterreichs aus der 1. Hälfte des 19. Jahrhunderts . . . . . S. 237

Jiří Záloha: Zur Geschichte der Holzausfuhr aus Böhmen nach Österreich in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts (Wiener oder Schwarzenbergischer Holzschwemmkanal) . . . . . S. 257

Dirk van Husen: Die quartäre Entwicklung des Steyrtales und seiner Nebentäler . . . . . S. 271

Vinzenz Janik: Mathematisch-statistische Auswertung von Untersuchungsergebnissen quartärer Sedimente aus Oberösterreich . . S. 291

Wilhelm Klaus: Das Mondsee-Interglazial, ein neuer Florenfundpunkt der Ostalpen . . . . . S. 315

Wilhelm Klaus: Ein neues Handbohrgerät zur Gewinnung verfestigter Sedimentproben für Pollenanalysen (A sidewall-corer for palynological sampling) . . . . . S. 345

Otto Erlach und Egon Lego: Die Vogelarten des Gebietes um Sandl . . . . . S. 351

Gertrud Th. Mayer: Der Durchzug des Regenbrachvogels in Oberösterreich . . . . . S. 381

Paul Bauer: Stellungnahme zu: Karl Amon, Die Entstehung der Pfarre Gosau, 118. Jahrbuch des OÖ. Musealvereines (1973) . . S. 386

Besprechungen und Anzeigen . . . . . S. 391

Autorenverzeichnis

Oberstudienrat DDr. Paul Bauer, A-4020 Linz, Schiedermayrweg 13

Univ.-Doz. Clemens Eibner, A-1170 Wien, Alszeile 118/10/4

Dr. phil. Lothar Eckhart, Oberrat des WD, Leiter der Abteilung Römerzeit und Völkerwanderung am OÖ. Landesmuseum Linz, A-4020 Linz, Museumstraße 14

Otto Erlach, A-4251 Sandl, Kohlstatt

Univ.-Doz. Dr. Othmar Hageneder, Oberarchivrat, 4020 Linz, OÖ. Landesarchiv, Anzengruberstraße 19

Dr. phil. Brigitte Heinzl, OÖ. Landesmuseum Linz, A-4020 Linz, Museumstraße 14

Volksschuldirektor Alfred Höllhuber, A-4230 Pregarten, Reichenstein 30

Dr. Dirk van Husen, Institut für Geologie der Technischen Hochschule Wien, A-1040 Wien, Karlsplatz 12

DDr. Dipl.-Ing. Chr. Vinzenz Janik, A-4020 Linz, Ramsauer Straße 50

Dr. Gerhard Jaritz, Institut für mittelalterliche Realienkunde Österreichs der österreichischen Akademie der Wissenschaften, A-3500 Krems/D., Körnermarkt 13

Univ.-Prof. Dr. Wilhelm Klaus, Lehrkanzel für Paläobotanik und Palynologie, A-1010 Wien, Universitätsstraße 7

Dr. Thomas Korth, Bayer. Landesamt für Denkmalpflege, D-86 Bamberg, Geyerwörthstraße 10

Egon Lego, A-4251 Sandl, Rosenhof

Dr. Gertrud Th. Mayer, OÖ. Landesmuseum, A-4020 Linz, Museumstraße 14

Dr. Kriemhild Pangerl, A-4484 Kronstorf 95

Univ.-Prof. Dr. med. Rudolf Rabl, D-23 Kiel, Wilhelmshavenerstraße 27

Erwin Maria Ruprechtsberger, A-4484 Kronstorf 96, OÖ.

Prof. Dr. Rudolf W. Schmidt, A-5280 Braunau, Vierthalerstraße 3

Dipl.-Rest. Vlasta Tovornik, OÖ. Landesmuseum Linz, A-4020 Linz, Museumstraße 14

Dr. Jiří Záloha, Česky Krumlov, 38111 ČSSR

Für den Inhalt der einzelnen Beiträge sind die Verfasser verantwortlich.
Die Vorlagen der Abb. wurden von den Verfassern beigestellt.

MATHEMATISCH-STATISTISCHE AUSWERTUNG VON UNTERSUCHUNGSERGEBNISSEN QUARTÄRER SEDIMENTE AUS OBERÖSTERREICH

Von Vinzenz Janik

(Mit 7 Tabellen)

Inhaltsübersicht

Einleitung	291
I. Erläuterungen zu den Untersuchungsmethoden	292
a) Feldbeobachtungen	292
b) Physikalisch-chemische Analysen	293
c) Mineralogische Analysen	294
d) Mikromorphologische Analysen	295
II. Mathematisch-statistische Auswertung	296
a) Mittelwerte und Streuungen	296
b) Korrelationen	297
Die Beziehungen der sedimentpetrographischen Merkmale zum Alter der Terrassen und zur Art der Sedimente	298
Die Beziehungen makroskopischer und analytischer Merkmale	299
Die Beziehungen der Korngrößen	302
Die Beziehungen der Schwerminerale	303
Die Beziehungen der Biotite und der mikromorphologischen Kenndaten	304
Die Beziehungen weiterer sedimentpetrographischer Merkmale	304
Zusammenfassung	305

Einleitung

Die mathematisch-statistische Auswertung von Untersuchungsergebnissen, der sich die Biologie bereits vielfach bedient, wurde auf geologisch-petrographisch-mineralogischem Gebiet bisher nur wenig angewendet, da hierfür ein großes Zahlenmaterial notwendig ist. Dieses zeigt bei rechnerischer Bearbeitung die Wahrscheinlichkeit von Zusammenhängen auf, wodurch eine bessere Interpretation von Analysenergebnissen ermöglicht wird.

Angeregt von den Arbeiten von SCHILLER und LENGAUER (1962),

in denen mit Hilfe eines numerisch-graphischen Verfahrens der Einfluß von Bodenfaktoren geprüft wurde, werden im vorliegenden Beitrag die sedimentpetrographischen Untersuchungen verschiedener Lößprofile aus Oberösterreich (JANIK, 1967) statistisch ausgewertet, wobei von den zahlreichen Beobachtungen und Analysenwerten, die als Variable zu betrachten sind, nur eine beschränkte Anzahl dargestellt wurde.

I. Erläuterungen zu den Untersuchungsmethoden

a) Feldbeobachtungen

Schon bei der Probenentnahme waren verschiedene charakteristische Eigenschaften innerhalb eines Lößprofiles feststellbar, die eine Abgrenzung der einzelnen Horizonte ermöglichen.

Außer der unterschiedlichen Farbe, die nach der Farbskala „Munsell soil color charts" bestimmt wurde, waren vorhandene Rost- und Gleyflecken, Konkretionen und eventuell vorhandene Fossilien wesentliche Hilfsmittel zur Unterscheidung der Horizonte. Außerdem wurde auch die Bodenart mittels Fingerprobe sowie das Bodengefüge und die Struktur beurteilt. Alle diese Merkmale sind bei der Feldaufnahme leicht erkennbar und vermitteln ein gewisses Bild vom aufgenommenen Lößprofil und müssen zur Grundlage aller weiteren Auswertungen herangezogen werden. Sie geben wertvolle Hinweise über den Vorgang der Sedimentation, über die Art des vorhandenen Materials sowie über die Entstehung und Entwicklung der Horizonte und über den Einfluß des Wasserhaushaltes. Aus diesem Grunde wurden alle Eigenarten wie Lagerungsverhältnisse, eventuelle Diskontinuität und Beimengungen (Kiese usw.) oder sonstige Besonderheiten bei der Profilaufnahme berücksichtigt.

Bei der Besichtigung der Aufschlüsse bzw. bei der Probeentnahme ist eine Unterscheidung von Löß- und Lehmmaterial auf Grund der Farbkontraste, der Fingerprobe und der Kalkbestimmung mittels Salzsäure unbedingt erforderlich, da diese genauen Feldbeobachtungen erst eine richtige Deutung der Profile ermöglichen.

Echter Löß ist gekennzeichnet durch gelbe Farbe (2,5 Y), hohen Kalkgehalt und einen bedeutenden Staubsandanteil (Schluff) sowie durch seinen strukturellen Aufbau aus einzelnen kleinen Mineralen, die nur mit wenig Tonsubstanz verbunden sind. Daher hat er eine lose, aus Einzelkörnern bestehende Struktur, eine geringe Klebrigkeit und Plastizität, ist jedoch stark porös und locker gelagert, im feuchten Zustand leicht zerdrückbar oder im trockenen leicht aufbrechbar.

Demgegenüber hat der kalkfreie Lehm eine braune Farbe (10 YR), hö-

heren Tongehalt und eine gut ausgeprägte blockige Struktur, die infolge Verkittung kleiner Teilchen zu größeren Aggregaten entsteht. Daher ist er klebend und plastisch, zumeist schwach feinporös und dicht gelagert, auch im feuchten Zustand schwer zerdrückbar oder im trockenen schwer aufbrechbar.

Beide Gruppen konnten bei der Feldaufnahme auf Grund vorhandener Rost- und Gleyfleckung noch weiter unterteilt werden. Der Löß hat fast immer kleine punktförmige, mehr oder weniger deutliche braune Rost- und graue Gleyflecken, die sich in den tieferen Horizonten verstärken, so daß rein makroskopisch schon eine Unterscheidung in nicht vergleyten, mäßig vergleyten und vergleyten Löß möglich ist.

Das braune Lehmmaterial konnte ebenfalls nach seiner Gleyfleckigkeit in nicht vergleyten, mäßig vergleyten und vergleyten Lehm unterschieden werden. Diese Vergleyung war kenntlich durch größere Rost- und Gleyflecken, besonders in den Aggregatsflächen und außerdem durch dunkelbraune, nicht zerdrückbare Konkretionen, deren Anzahl und Größe für die Intensität 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 wesentliches aussagen.

Diese mögliche Unterscheidung der Lösse und Lehme auf Grund ihrer Vergleyungsintensität ist nur bei der Feldaufnahme möglich und muß gleich der Feststellung eventueller Diskontinuitäten und sonstiger Erscheinungen bei allen Auswertungen berücksichtigt werden.

b) Physikalisch-chemische Analysen

Die Analysenergebnisse eines Aufschlusses können nur auf Grund von Beobachtungen bei der Feldaufnahme in bedeutsame Beziehung zur Bodenprobe gebracht werden. Da jede Untersuchung nur ein bestimmtes Merkmal des Substrates beleuchtet, müssen die verschiedenen Analysenaussagen in einem deutbaren Verhältnis zum Profil stehen, dazu sind aber zahlreiche Untersuchungen mit vielen Methoden notwendig.

Das Raumtrockengewicht

Das Raumtrockengewicht zeigt die Lagerungsdichte des untersuchten Materials an und es wird einerseits von der Korngrößenzusammensetzung andererseits aber auch vom Gefüge beeinflußt. Zur Bestimmung des Raumtrockengewichtes wurden von den einzelnen Horizonten in 3facher Wiederholung je 100 ccm Probenmaterial mittels Stechzylinder entnommen und in

ein Nylonsäckchen gefüllt. Im Laboratorium erfolgte die Wägung der naturfeuchten Probe und anschließend wurden davon 20 g bei 105° C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Der Wasserverlust, umgerechnet in Prozente des naturfeuchten Bodens, wird von der ganzen Probenmenge abgezogen und das Trockengewicht für 100 ccm Probenmaterial berechnet.

Korngrößenzusammensetzung

Die wichtigste physikalische Untersuchung ist die Korngrößenanalyse, die einen Einblick in den Teilchenaufbau des Substrates und damit auf alle an der Profilentstehung beteiligten Faktoren gewährt. Die Bodenteilchen sind einerseits ein Ergebnis der Verwitterung, andererseits aber auch der Ablagerungsvorgänge, so daß in der Korngrößenzusammensetzung sowohl die Bodenentwicklung als auch die Genetik des Sedimentes erkennbar werden, wobei das erstere Moment zum größten Teil nur im kleinsten Korn, im Rohton, in Erscheinung tritt (JANIK, 1965). Bei den Sedimenten jedoch ist auch jede Veränderung der Ablagerungsbedingung im Korngrößenaufbau ersichtlich, denn bei gleichmäßiger Sedimentation werden nur gleich große Teilchen abgelagert, deren Korngröße von den jeweiligen Ablagerungsbedingungen abhängig ist.

Zur Bestimmung der Korngrößenzusammensetzung wurden die entnommenen Proben luftgetrocknet und auf ein 2 mm Sieb abgesiebt. Die Fraktionen sind mittels Schlämmung nach J. KOPETZKY gewonnen, wobei die Proben vorher nach der Internationalen Methode B, d. h. durch zweistündiges Kochen ohne Dispergierungsmittel vorbereitet wurden. Nachstehende Korngrößen sind ermittelt:

Von	2,00	bis 0,1	mm	= Sand
Von	0,1	bis 0,05	mm	= Feinsand
Von	0,05	bis 0,01	mm	= Staubsand
Unter		0,01	mm	= Abschlämmbares

Der Karbonatgehalt

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

Die Analysenwerte der physikalisch-chemischen Untersuchungsmethoden wurden für die EDV abgelocht.

c) Mineralogische Analysen

Die bei den Korngrößenanalysen gewonnenen Sand- und Feinsandfraktionen wurden mit verdünnter Salzsäure entkalkt und mittels der Schwere-

flüssigkeit Azethylentetrabromid (Dichte 2,95) die Schwerminerale von den Leichtmineralen getrennt.

Die schwermineralogische Untersuchung der einzelnen Proben erstreckte sich auf die Bestimmung und Auszählung der opaken und durchsichtigen Körner und wurde jeweils bis zu einer Menge von mindestens 100 durchsichtigen Mineralen durchgeführt; bei Proben mit geringerem Schwermineralanteil sind alle Mineralkörner gezählt. Bei den durchsichtigen Schwermineralen wurden die Granate von den übrigen metamorphen Körnern (Epidot, Hornblenden, Andalusit, Disthen, Staurolith und Sillimanit) gesondert ausgewiesen und vom magmatischen Anteil (Zirkon, Apatit, Titanit, Turmalin, Rutil und Monazit) getrennt, sodann die berechneten Prozentsätze zur EDV eingegeben.

Die Schwerminerale sind mengenmäßig jeweils in der Sand- und Feinsandfraktion geschätzt und die Summenwerte abgelocht; die abgetrennten Leichtminerale wurden auf ihren Verwitterungs- und Abrollungsgrad sowie auf ihren Biotitgehalt angesehen und die Klassifikationen hierfür auf den Lochkarten vermerkt.

d) Mikromorphologische Analysen

Zur Beurteilung des Gesamtbildes der Lößaufschlüsse, 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, Niederösterreich, Dünnschliffe angefertigt und ich danke Herrn Direktor Dr. Dipl.-Ing. F. Blümel für die Durchführung dieser Arbeiten.

Der Dünnschliff bietet die Möglichkeit einer direkten mikroskopischen Beobachtung des Mikrogefüges, wobei die räumliche Anordnung der Gemengteile sowie die Form und Größe der Aggregate und Hohlräume ein anschauliches Bild der verschiedenen Vorgänge in den einzelnen Horizonten geben.

Auf Grund zahlreicher Untersuchungen von W. KUBIENA (1962) und F. BLÜMEL, V. JANIK und H. SCHILLER (1959) können aus der Menge und Farbe der kolloidalen Substanz (Bindesubstanz) und insbesondere aus der Doppelbrechung der Toneisenhydroxide bedeutsame und sichere Schlüsse über die Beweglichkeit und über das Alter der Tonverlagerung als Folge der Lösungs- und Ausfällungserscheinungen gezogen werden.

Junge Bodenbildungen haben nur wenig, hellgelbe bis hellbraune, stark doppelbrechende Toneisenhydroxide, die sich teilweise zu Schlieren in Hohlräumen anhäufen (Bildung von Gallerten), während bei älteren Böden

die Bindesubstanzmenge zunimmt und zum größten Teil dunkler und geringer doppelbrechend wird, da eine Umwandlung zu beständigen Gelen, bzw. ihre Zusammenballung zu größeren Konkretionen stattfindet (JANIK, 1969). Diese Tonwanderung ist das wesentlichste Merkmal der Bodenentwicklung und kann nur mikromorphologisch an Dünnschliffuntersuchungen festgestellt werden. Daher sind diese für eine genetische Untersuchung der Böden unbedingt erforderlich und zur Klärung der Altersfragen bei Lößaufschlüssen sowie zur Deutung von Leimenzonen bzw. fossiler Böden unerläßlich.

Außer dieser Beurteilung der Altersvorgänge sind in Dünnschliffen auch die Einregelung und der Abrollungsgrad der Minerale sowie deren Verwitterungsintensität erkennbar, wodurch sowohl Hinweise über die Art und Zeit der Sedimentation als auch über das abgelagerte Material gegeben werden.

Die mikromorphologischen und mikroskopischen Eigenschaften wurden als Schätzungswerte in die EDV eingegeben und ihre Einwertung ist aus der beiliegenden Klassifikation ersichtlich. Außerdem wurde auch die fluviatile Strömung, je nach Lage des Aufschlusses vom Terrassenrand, bzw. nach der Landschaftsmorphologie als Zahlenwert von 0 bis 3 eingewertet, um ihre Beziehungen zu den sedimentpetrographischen Merkmalen aufzuzeigen.

Die Analysenwerte und sonstigen Kenndaten sind in der Tabelle 1 dargestellt und ihre Klassifikation für die EDV zeigt der beigelegte Schlüssel in der Tabelle 2.

II. Mathematisch-statistische Auswertung

In diesem Beitrag werden die Mittelwerte der untersuchten Merkmale und die Ergebnisse ihrer Korrelationen veröffentlicht, wobei eine Trennung nach Terrassenalter und Sedimenten vorgenommen wurde. Von den insgesamt 59 untersuchten Proben, entnommen von 12 Aufschlüssen im Inn- und Mattigtal, rechts- und linksseitig der Traun, an der Enns und an der Donau westlich und östlich von Linz (Eferdinger Becken und Machland), entfallen auf die verschiedenen Hochterrassen 35 und auf die Deckenschotter 24 Proben; dabei wurden 37 Löß- und 22 Lehmproben gezogen.

a) Mittelwerte und Streuungen

Zur Kennzeichnung des Datenmaterials dienen die Mittelwerte und die Streuungen der Einzelwerte, die in der Tabelle 3 von allen Proben, bzw. getrennt nach Hochterrasse, Deckenschotter, Löß und Lehm dargestellt sind.

Der Mittelwert ($\bar{x}$) ist der Durchschnittswert eines Merkmales, das entweder durch analytische Kenndaten, oder durch einen Schätzungswert (z. B. Vergleyungsintensität) gekennzeichnet wird. Die Streuungen (s) ergaben sich aus den mittleren quadratischen Abweichungen der Einzelwerte und werden aus der Quadratwurzel dieser Gesamtvarianz berechnet.

Schon bei den Mittelwerten sind sehr große Unterschiede zwischen den Terrassen (Hochterrasse und Deckenschotter) und Sedimenten (Löß und Lehm) vorhanden, die aber im Mittelwert aller Proben nicht mehr aufscheinen. Es zeigt sich, daß die Sedimente der Deckenschotter bzw. die Lehme eine stärkere Vergleyung, eine ausgeprägtere Struktur und ein höheres Raumgewicht als die Hochterrassenproben bzw. die Lösse aufweisen. Anderseits ist der Karbonatgehalt bei letzteren bedeutend höher. Bei der Menge der Schwerminerale sind keine wesentlichen Differenzen zu verzeichnen.

Während der Sandanteil bei den Deckenschottern und Lössen höher ist als auf der Hochterrasse und bei den Lehmen, ist beim Feinsand und Staubsand dies umgekehrt der Fall; demgegenüber ergibt das Abschlämmbare höhere Mittelwerte auf den Deckenschottern und bei den Lehmen. Dasselbe Verhältnis ist auch bei den opaken, sowie bei den magmatischen und metamorphen Körnern gegeben, während bei den Granaten die Hochterrassenproben und Lösse mit hohen Mittelwerten besonders hervortreten.

Entsprechend dem Karbonatgehalt sind auch die Mittelwerte der Kalzite im Deckenschottergebiet und bei den Lehmen geringer, anderseits die der Biotite bedeutend höher als auf der Hochterrasse und beim Löß. Die Deckenschotterproben und Lehme weisen auch einen höheren Verwitterungsgrad und Abrollungsgrad und ein ausgeprägteres Mikrogefüge auf, doch sind die Werte der Mikrotextur etwas geringer als auf der Hochterrasse und beim Löß. Auf den älteren Terrassen und bei Lehmen ist mehr Bindesubstanz sowie eine größere Menge von Schlieren und Fe-Konkretionen vorhanden; beim Löß hingegen treten die Ca-Konkretionen stark hervor.

Je nach der Lage des Aufschlusses zum Terrassenrand bzw. zum Flußbett wurde auch die wirksame Strömungsenergie eingewertet (siehe EDV-Schlüssel, Tabelle 1 u. 2), wobei die Deckenschotter und Lehme bedeutend geringere Mittelwerte aufzeigen; daraus ergibt sich, daß die Sedimente der Hochterrasse bzw. die Lösse bei etwas stärkerer Strömung abgelagert wurden.

b) Korrelationen

Da die Streuungen der Mittelwerte durch verschiedene Ursachen bedingt sein können, denn ein Merkmal kann durch das Einwirken mehrerer Faktoren variieren, bietet sich als weiterer Schritt die Korrelationsrech-

nung, wodurch die Beziehungen zwischen den Variablen, d. h. die Abhängigkeiten zwischen den Merkmalsreihen, geprüft wird. Die Korrelationsrechnung zeigt durch die Größe des Korrelationskoeffizienten einerseits den Grad und anderseits durch deren Vorzeichen die Richtung der Zusammenhänge auf. Der höchstmögliche Wert des Korrelationskoeffizienten (r) ist ± 1 und dies bedeutet, daß die korrelierten Variablen voneinander vollständig, entweder positiv, d. h. gleichsinnig oder negativ, d. h. gegensinnig abhängig sind; wenn jedoch kein Korrelationskoeffizient ($r = 0$) vorliegt, sind die Variablen unabhängig voneinander. Ein Maß für die Verläßlichkeit der Aussage des Korrelationskoeffizienten ist deren statistische Sicherheit, die aus den Streuungen berechnet wird. Der Korrelationskoeffizient gilt als sehr hoch gesichert, wenn die Fehlerwahrscheinlichkeit kleiner als 0,1 % ist, er ist hoch gesichert, wenn sie kleiner als 1 % und gilt noch als gesichert, wenn die Fehlerwahrscheinlichkeit kleiner als 5 % ist. Bei knapp über 5 % Fehlerwahrscheinlichkeit kann man noch von schwacher Sicherung sprechen, bzw. wird eine Tendenz der Beziehungen aufgezeigt. Selbstverständlich ist die Sicherheit des Korrelationskoeffizienten von der Probeanzahl (n) abhängig; bei kleiner n muß dieser groß sein, um noch gesicherte Aussagen machen zu können. Die Korrelationen geben uns somit die Möglichkeit, daß die Veränderung einer Variablen mit einer jeweils bestimmten Wahrscheinlichkeit aus den Meßzahlen einer anderen vorhergesagt werden kann.

Die Beziehungen der sedimentpetrographischen Merkmale zum Alter der Terrassen (Hochterrasse—Deckenschotter) und zur Art der Sedimente (Löß—Lehm)

Die Merkmale der Lößproben (Tabelle 4) zeigen nur wenig gesicherte Beziehungen zum Alter der Terrasse (Var. 1) auf; einerseits ist die Struktur (Var. 5) im Deckenschotter—Löß besser ausgeprägt als beim Hochterrassenlöß, womit auch die Korrelation mit dem Abschlämmbaren (Var. 12) in Zusammenhang steht, anderseits nimmt der Granatgehalt (Var. 14) im Deckenschottergebiet hochsignifikant ab. Die bessere Strukturausprägung ist auf die Bodenentwicklung, d. h. auf den Verwitterungsprozeß des Lösses zur Lößbraunerde im Deckenschottergebiet zurückzuführen, wodurch auch der höhere Anteil an Abschlämmbarem erklärt werden kann. Die Abnahme des Granatgehaltes zeigt schwermineralogisch einen bedeutsamen Unterschied zwischen den Lössen auf jüngeren und älteren Terrassen und dadurch wird bewiesen, daß die Deckenschotterlösse mit dem Hochterrassenlöß nicht ident sind, was gegen die äolische Lößtheorie spricht.

Bei den Lehmen (Tabelle 5) hingegen sind bedeutend mehr Zusammen-

hänge zwischen den sedimentpetrographischen Eigenschaften und dem Terrassenalter gegeben, wobei mit der Tiefe der Probeentnahme (Var. 3) vor allem die Vergleyungsintensität (Var. 4) sowie der Gehalt an opaken Körnern (Var. 13) und Biotiten (Var. 17) mit den mikromorphologischen Kenndaten der Bodenentwicklung, wie Menge der Bindesubstanz (Var. 18), Schlierenbildung (Var. 19) und Fe-Konkretionen (Var. 20) bei den Deckenschotterproben parallel gehen. Negativ hiezu ist wie beim Löß der Granatanteil korreliert, es nimmt dieser allgemein auf den Sedimenten der älteren Terrassen ab.

Bemerkenswerterweise sind zwischen den Sedimenten (Var. 2) auf den Terrassen (Tabelle 6 und 7) sehr unterschiedliche, hochgesicherte Beziehungen vorhanden, womit die Differenzierung von Löß und Lehm auch statistisch bewiesen wird. Übereinstimmend auf der Hochterrasse und im Dekkenschotter zeigt sich bei den Lehmen eine ausgeprägtere Struktur, ein höheres Raumtrockengewicht, eine Abnahme der Karbonate und des Feinsandes sowie des Granatanteiles, anderseits ist eine Zunahme des Abschlämmbaren, der magmatischen Körner und der Biotite sowie auch der Menge an Bindesubstanz und der Schlierenbildung zu verzeichnen. Letztere sowie die Fe-Konkretionen scheinen auf den Lehmen der Deckenschotter hochsignifikant auf, wodurch die fortgeschrittene Bodenentwicklung auf den älteren bzw. höheren Terrassen gekennzeichnet wird. Auf der Hochterrasse hingegen sind die Lehme weniger vergleyt und haben einen geringeren Sandanteil, doch höheren Gehalt an metamorphen Körnern.

In Bezug zur Strömung wurden die Lehme im allgemeinen bei geringerer Strömung sedimentiert als die Lösse und dies erweist sich besonders hochsignifikant auf den Hochterrassen (Tabelle 6, Var. 2), da der von den großen Flüssen hergebrachte Löß (Ferntransport) bei stärkerer Strömung abgelagert wurde als der durch die Nebengerinne sedimentierte Lehm (Nahtransport). Dieser wurde im Rückstaugebiet der Hochwässer bei beginnendem Gletscherrückzug und Einschneiden der Flüsse im ehemaligen Augebiet über dem liegenden Löß abgelagert, wodurch eine Diskontinuität zwischen ihm und dem hangenden Lehm entstand (JANIK, 1965, 1967, 1969), die sich nunmehr auch in den Korrelationsergebnissen dieser beiden Sedimente ausprägt.

Die Beziehungen makroskopischer und analytischer Merkmale

Bei allen Proben ist mit der Tiefe der Probenentnahme (Var. 3) eine enge Beziehung zur Vergleyung hochsignifikant feststellbar und beim Löß wird die Struktur ausgeprägter und das Raumtrockengewicht geringer. Bei Lehm ist ein positiver Zusammenhang zum Sandgehalt mit der Tiefe vorhanden, desgleichen mit den magmatischen Körnern und

Biotiten, aber ein negativer mit dem Granatgehalt, wobei letztere Beziehung auch beim Deckenschotter signifikant hervortritt. Beim Löß ist noch das negative Verhalten der Strömung zur Tiefe auffallend, wodurch an der Basis der Aufschlüsse bzw. zu Beginn der fluviatilen Sedimentation eine geringere Strömungsenergie als im Hangenden bewiesen wird.

Bei der Vergleyung (Var. 4) ist beim Löß ein hochsignifikanter Zusammenhang mit der Strukturausprägung und dem Raumtrockengewicht gegeben und diese Beziehung prägt sich, jedoch bedeutend abgeschwächt, auch beim Deckenschotter aus. Beim Löß ist sowohl der Sand- als auch der Feinsandgehalt zur Vergleyung negativ, doch der Staubsand positiv gut gesichert korreliert, wodurch in den tieferen Horizonten der Staubsandanteil zu-, der Sand- und Feinsandanteil jedoch abnimmt. Beim Lehm jedoch sind entgegengesetzte Verhältnisse gegeben, indem bei stärkerer Vergleyung eine Zunahme des Sandanteiles und eine Abnahme des Staubsandes festgestellt werden kann. Der vergleyte Löß ist durch den Gehalt an metamorphen Körnern gekennzeichnet, anderseits nimmt beim Lehm mit zunehmender Vergleyung der Anteil an opaken und magmatischen Körnern sowie an Biotiten zu und der Granatgehalt ab, woran die Deckenschotterproben maßgebend beteiligt sind. Bei den Lehmen ist die Schlierenbildung und die Zahl der Fe-Konkretionen mit der Vergleyung hochsignifikant korreliert, was durch die Bodenentwicklung erklärlich ist. Der bei den Korrelationen der Gesamtproben gegebene negative Zusammenhang der Strömungsenergie mit der Vergleyung der Sedimente scheint hochgesichert beim Löß auf, wodurch wieder die geringere Strömungsenergie bei der Sedimentation an der Basis der Aufschlüsse aufgezeigt wird.

Mit stärkerer Ausprägung der Struktur (Var. 5) geht sowohl bei der Hochterrasse als auch beim Deckenschotter eine Zunahme des Raumtrockengewichtes und eine Abnahme des Karbonatgehaltes parallel, da die besser strukturierten Proben karbonatärmer waren. Auch ist mit der Struktur ein geringerer Sand- und Feinsandgehalt, aber ein höherer Anteil an Staubsand und Abschlämmbaren, letzterer besonders auf der Hochterrasse, verbunden. Zwischen der Struktur und dem Schwermineralgehalt scheinen bei den Hochterrassen bedeutsame Beziehungen auf; einerseits ist der Granatgehalt hochsignifikant negativ und anderseits der Anteil der magmatischen und metamorphen Körner positiv korreliert, da im Lehm der gutstrukturierten Parabraunerde weniger Granate und mehr andere durchsichtige Schwerminerale im Vergleich zum strukturlosen Löß vorhanden sind. Dadurch zeigt indirekt auch die Struktur den grundsätzlichen schwermineralogischen Unterschied der beiden Sedimente auf der Hochterrasse auf.

Zwischen der Strukturausprägung und den mikromorphologischen Eigenschaften sind hochsignifikante Beziehungen gegeben, zu denen insbesondere die Proben der Deckenschotter als ältere Bodenbildungen beitragen. Damit ist

auch statistisch bewiesen, daß die Struktur von der Bodenentwicklung beeinflußt wird. Da die Ausprägung der Struktur mit der Tiefe der Aufschlüsse im allgemeinen abnimmt, ist wie dort eine negative Korrelation zur Strömungsenergie vorhanden, die sich besonders beim Löß und auf der Hochterrasse hoch gesichert und etwas schwächer signifikant bei den Dekkenschotterproben ausprägt.

Das Raumtrockengewicht (Var. 6) ist beim Löß zum Sand- und Feinsandgehalt negativ, zum Staubsand aber positiv korreliert; beim Lehm jedoch ist auch eine negative Korrelation zwischen Raumtrockengewicht und Staubsand und nur eine positive zum Abschlämmbaren gegeben, wobei die beiden letzten sowohl bei den Hochterrassen als auch im Deckenschottergebiet aufscheinen. Somit wird die Dichtlagerung beim Löß vom Staubsand, beim Lehm jedoch von der Menge des Abschlämmbaren beeinflußt.

Der Karbonatgehalt (Var. 7) ist beim Löß zur Menge der Schwerminerale negativ korreliert und hat zu den Korngrößen unterschiedliche Beziehungen, indem er einerseits negative Korrelationen zum Sand und Abschlämmbaren, anderseits positive zum Staubsand aufweist. Die beiden letzten Zusammenhänge sind sowohl auf der Hochterrasse als auch im Deckenschottergebiet gegeben, während bei karbonatarmem Lehm selbstverständlich keine Beziehungen aufscheinen.

Die Karbonate sind zu den opaken und magmatischen Körnern sowie zu den Biotiten hochsignifikant negativ korreliert, aber positiv zu den Granaten, so daß angenommen werden kann, daß die Kalzite und Granate aus dem gleichen Einzugsbereich (Ferntransport durch kalkalpine Flüsse) und die übrigen Schwerminerale mehr aus einem anderen Anlieferungsgebiet (Nahtransport durch Nebengerinne) herbeigeführt wurden.

Der Karbonatgehalt ist außerdem eindeutig hochsignifikant negativ zu den Bodenentwicklungsdaten wie Bindesubstanz, Schlierenbildung und Fe-Konkretionen korreliert und diese enge Beziehung ist unabhängig vom Alter der Terrassen, indem diese zumeist eine karbonatarme bzw. karbonatfreie Lehmüberlagerung aufweisen. Auf den Hochterrassen haben die Kalzite positive Beziehungen zur Strömungsbonitierung, da die karbonatreichen Lösse von den kalkalpinen Flüssen noch bei größerer Strömungsenergie sedimentiert wurden, als die Lehme von den Nebengerinnen aus den umliegenden, höher gelegenen geologischen Einheiten.

Die Menge der Schwerminerale (Var. 8), die nur beim Sand und Feinsand untersucht wurden, ist beim Löß und auf den Hochterrassen mit diesen Fraktionen positiv korreliert. Dadurch wird auch die enge Beziehung zur Strömung erklärlich, wie dies an den Korrelationen der Korngrößen ersichtlich ist. Zu den einzelnen Schwermineralen selbst zeigt jedoch die Menge keine weiteren Zusammenhänge.

Die Beziehungen der Korngrößen

Außer den bisher aufgezeigten Beziehungen der Korngrößen zu den sedimentpetrographischen Kenndaten, zeigen die einzelnen Fraktionen auch untereinander eindeutige Verknüpfungen, deren Interpretation genetische Bedeutung haben. Einerseits zeigt der Sandgehalt (Var. 9) hochsignifikante negative Korrelationen zum Staubsand, die bei allen Sedimenten und Terrassen vorliegen, und anderseits positive zum Feinsand und zum Abschlämmbaren, die nur beim Löß und auf der Hochterrasse gegeben sind.

Desgleichen hat der Feinsand (Var. 10) beim Löß und auf den Hochterrassen signifikante negative Beziehungen zum Staubsand und zum Abschlämmbaren, wobei letztere auch bei den Lehmen und Deckenschottern aufscheinen.

Desgleichen verhält sich auch der Staubsand (Var. 11) gegenüber dem Abschlämmbaren (Var. 12) beim Löß und Lehm sowie bei allen Terrassen hoch gesichert negativ, so daß die Korngrößenzusammensetzung nur durch Seigerung im aquatischen Medium erklärt werden kann, wie dies schon KÖLBL (1931) bewiesen hat, als er die fluviatile Sedimentation des Staubsandes aufzeigte. Diese bedeutsame Stellung des Staubsandes in der Korngrößenzusammensetzung kommt auffallenderweise auch bei den Korrelationen zum Ausdruck, in dem er sich zu allen anderen Fraktionen entgegengesetzt (antagonistisch) verhält; denn seine Sedimentation nimmt einerseits ab mit der Zunahme sowohl des Sand- und Feinsandanteiles bei etwas stärkerer Strömung, anderseits aber auch im Verhältnis zum Abschlämmbaren, wenn dieses bei sehr schwacher Strömung mehr zunimmt. Von den einzelnen Korngrößen hat der Sand beim Löß hochgesicherte Beziehungen mit den opaken und beim Lehm mit den magmatischen Körnern, wobei letztere auch bei den Deckenschottern aufscheinen; daraus kann geschlossen werden, daß der Sandanteil nicht aus dem Einzugsgebiet der Granate, d. h. aus dem tertiären Schlier des Untergrundes stammt. Staubsand hingegen ist im allgemeinen negativ zu den opaken Körnern und positiv zu den Granaten korreliert, so daß sein Anteil wie bei den Karbonaten von den kalkalpinen Flüssen angeliefert wurde. Das Abschlämmbare verhält sich entgegengesetzt wie der Staubsand und hat gegenüber den opaken Körnern positive und zu den Granaten negative Korrelationen, wodurch einerseits seine Herkunft aus älteren Bodenbildungen der höheren geologischen Einheiten erklärt und anderseits die unterschiedliche aquatische Seigerung der Korngrößen bestätigt wird.

Zu den mikromorphologischen Kenndaten bzw. zu den Merkmalen der Bodenentwicklung wie Bindesubstanz, Schlierenbildung, Fe-Konkretionen sowie zum Biotitgehalt hat daher naturgemäß das Abschlämmbare hoch-

signifikante, positive Beziehungen, während der Staubsand und Feinsand stets negativ korreliert damit auftreten. Beim Löß und beim Lehm ist außerdem auch ein hoher Gehalt an Bindesubstanz mit dem Sandanteil verknüpft, da an der Basis der Aufschlüsse viel umgelagertes Bodenmaterial beigemengt wurde.

Zur Strömungsbonitierung zeigen die Korngrößenfraktionen ein unterschiedliches Verhalten, in dem der Sand und Feinsand bei allen Proben (mit Ausnahme vom Lehm, wo nur schwach gesicherte Beziehungen aufscheinen) hoch gesichert bei stärkerer Strömung abgelagert wurden als der Staubsand. Dieser scheint beim Löß und auch bei den Deckenschottern sowie das Abschlämmbare bei den Hochterrassen negativ korreliert zur Strömungsenergie auf, indem sie im strömungsschwachen Augebiet abgelagert wurden; dadurch sind die bezeichnenden Unterschiede im Mischungsverhältnis der verschiedenen Korngrößenfraktionen beim Löß und Lehm sowie auf den altersverschiedenen Terrassen erklärbar. Daraus ergibt sich aber auch, daß eine gleichartig bedingte Ablagerung der beiden Sedimente bzw. eine gleichzeitige auf Hochterrasse und Deckenschotter ausgeschlossen ist, wie dies bei äolischer Sedimentation der Fall sein müßte.

Die Beziehungen der Schwerminerale

Die opaken Körner (Var. 13), die wie bereits aufgezeigt, besonders mit den Lehmen positiv und mit dem Karbonatgehalt negativ eng korreliert sind, nehmen mit zunehmendem Granatanteil bei allen Untersuchungen hochsignifikant ab und diese Erscheinung kann auf die Transportauslese in fluviatilen Medium infolge des unterschiedlichen spezifischen Gewichtes dieser Schwerminerale zurückgeführt werden. Andererseits zeigen die Granate (Var. 14) stets eine negative Korrelation zu den magmatischen Körnern (Var. 15), die wegen des ähnlichen spezifischen Gewichtes dieser durchsichtigen Schwerminerale auf ein unterschiedliches Einzugsgebiet schließen läßt, denn die Granate stammen aus dem tertiären Schlier des Alpenvorlandes (WOLETZ, 1954) und die magmatischen Körner werden aus dem kristallinen Grundgebirge herangebracht. Aus derselben Ursache sind die magmatischen Körner insbesondere beim Lehm sehr hoch gesichert negativ zu den metamorphen Körnern (Var. 16) korreliert. Gegenüber den Biotiten und mikromorphologischen Merkmalen der Bodenentwicklung verhalten sich die opaken Körner und Granate völlig entgegengesetzt, indem die ersteren positive, die letzteren jedoch negative Korrelationen aufweisen. Diese Erscheinung läßt schließen, daß die Granate aus einem relativ unverwitterten Material, d. h. aus dem tertiären Schlier des oberösterreichischen Alpenvorlandes (JANIK, 1967) kommen, die opaken Körner jedoch mit dem verwitterten Substrat abgetragener Bodenbildungen sedimentiert wurden, wodurch sich auch ihre gesi-

cherte, positive Korrelation zu den Biotiten beim Lehm und im Deckenschottergebiet erklärt.

Die Beziehungen der Biotite und der mikromorphologischen Kenndaten

Der Biotitgehalt (Var. 17) der Lehme und im Deckenschottergebiet ist sehr eng mit der Bindesubstanz, der Schlierenbildung und den Fe-Konkretionen verknüpft, zeigt jedoch anderseits, wie bereits erwähnt, negative Korrelationen zu den Granaten und Karbonaten, so daß ein hoher Biotitgehalt, besonders die Lehm-Sedimente der höheren und älteren Terrassen, nicht aber den Löß kennzeichnet. Da die Biotite sich sowohl auf den Hochterrassen als auch auf den Deckenschottern negativ zur Strömungsenergie verhalten, werden sie bei abnehmender Strömung sedimentiert.

Die Bindesubstanz (Var. 18) ist auf allen Terrassen und Sedimenten hochsignifikant positiv mit der Schlierenbildung korreliert und außerdem besteht zwischen ihr und den Fe-Konkretionen ein enger Zusammenhang außer auf der Hochterrasse. Dort zeigt sie entgegengesetzte Beziehungen zur Strömungsenergie, da das Lehmmaterial älterer Bodenbildungen nur bei schwacher Strömung abgelagert wird.

Bei den Lehmen und in Deckenschottergebieten, d. h. bei alten Bodenbildungen ist die Schlierenbildung (Var. 19) hochsignifikant auch mit den Fe-Konkretionen verknüpft und hat zu anderen sedimentpetrographischen Merkmalen ziemlich dieselben Korrelationen wie die Bindesubstanz.

Auf den Deckenschottern sind Schlierenbildung und Fe-Konkretionen (Var. 20) mit der Strömungsenergie negativ korreliert, indem sie zumeist in Sedimenten ehemaliger Totarme vorkommen. Da die Konkretionierung der Toneisenhydroxide nur in alten Bodenbildungen erfolgt, ist beim Löß und auf der Hochterrasse zwischen Schlierenbildung und Fe-Konkretionen kein Zusammenhang gegeben.

Die Beziehungen weiterer sedimentpetrographischer Merkmale

Die mikroskopisch erfaßten Kalzite und Ca-Konkretionen sind mit dem Karbonatgehalt hochsignifikant korreliert und zeigen daher wie dieser fast dieselben Beziehungen auch zu den anderen sedimentpetrographischen Merkmalen.

Die Mikrotextur, d. h. die mikroskopisch sichtbaren starken Unterschiede im Korngrößenbild, ist stets positiv mit Sand und negativ mit dem Staubsandanteil korreliert. Sie tritt beim Löß und auf den Hochterrassen mehr bei unvergleyten Proben auf und die Tendenz ihrer Ausprägung ist mit stärkerer Strömung verbunden. Das Mikrogefüge, d. h.

die Deutlichkeit der Schichtung und Einregelung länglicher Minerale (Glimmerschüppchen in Dünnschliffen), zeigt im allgemeinen entgegengesetztes Verhalten zur Mikrotextur, indem es bei stärkerer Vergleyung und bei schwächerer Strömung ausgeprägter aufscheint. Dementsprechend ist sie mit höherem Gehalt an Abschlämmbaren und Biotiten positiv und zum Karbonatgehalt negativ korreliert. Der Verwitterungsgrad der Leichtminerale, zum größten Teil Feldspäte, nimmt im allgemeinen mit dem Alter der Terrassen zu und hat besonders bei den Proben des Deckenschottergebietes bzw. der Lehme gesicherte positive Beziehungen zur Vergleyungsintensität, zum Gehalt an Abschlämmbaren sowie zu den opaken Körnern und Biotiten und den mikromorphologischen Merkmalen der Bodenentwicklung, während er zum Feinsand-, Karbonat- und Granatanteil sich negativ verhält. Aus diesen Beziehungen kann geschlossen werden, daß die stärker verwitterten Leichtminerale der Lehme aus den alten Bodenbildungen der höher gelegenen geologischen Einheiten und kaum vom tertiären Schlier herkommen.

Sehr ähnlich, doch weniger und schwächer gesicherte Korrelationen wie die Verwitterungsintensität hat auch der Abrollungsgrad der Leichtminerale, da sie im angewitterten bzw. zersetzten Zustand leichter abgerollt werden können.

Außer den aufgezeigten Korrelationen wurden auch Regressionsrechnungen und Faktorenanalysen durchgeführt, deren Ergebnisse insbesondere im Zusammenhang mit der fluviatilen Strömung demnächst dargestellt werden.

Zusammenfassung

Von 59 oberösterreichischen Proben quartärer Sedimente verschiedener Terrassen wurden Korrelationen der sedimentpetrographischen Kenndaten berechnet und getrennt für Lösse und Lehme sowie für Hochterrassen und Deckenschotter dargestellt. Die vielfältigen Beziehungen zwischen den Merkmalen und ihre Veränderungen nach Sediment und Terrassenalter ermöglichen deren Unterschiede zu erklären sowie bessere Einblicke im quartären Ablagerungsvorgang zu gewinnen, wobei eindeutige Hinweise auf fluviatile Sedimentation gegeben werden.

Tab. 1: Kenndaten der untersuchten feinklastischen quartären Sedimente von Oberösterreich
(Für EDV verschlüsselt nach beiliegender Übersicht)

Lfd. Nr.	Terrasse	Sediment	Tiefe in dm	Vergleyung	Struktur	Raumtrockengewicht g/100 m³	Korngrößenzusammensetzung Prozent S	FS	STB	A	$CaCO_3$ %	Menge der Schwerminer. S + FS ▫ SU			Gesamt-Schwerminerale in Sand- und Feinsand % Opake Körner	Granat	Magm. Körner	Metam. Körner	Calcite	Biotite	Verwitterung d. Feldspäte	Abrollungsgrad d. Minerale	Mikrotextur	Mikrogefüge	Bindesubstanz Menge	Schlierenbildung Menge	Konkretionen Ca	Fe	Strömung
1	H.T.-Traun N (Weingartshof)	Löß	9	1	0	146	6	14	55	25	48	3	3	6	26	50	9	15	3	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2
2		Löß	14	1	0	143	5	15	57	23	45	1	3	4	34	42	12	12	3	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2
3		Löß	30	1	0	147	2	7	61	30	32	1	3	4	34	37	12	17	3	1	0	0	0	2	0	0	1	0	1
4		Löß	36	1	0	147	3	9	61	27	21	2	2	4	51	27	9	13	1	1	0	0	0	2	2	1	0	0	1
5		Löß	50	2	1	149	2	10	59	29	17	3	3	6	40	25	14	21	1	1	0	0	0	2	2	2	0	0	1
6	H.T.-Traun N (Parabr., Schule)	Lehm	2	0	2	172	4	4	42	50	1	2	3	5	47	15	12	26	0	0	1	0	0	2	2	0	0	0	1
7		Lehm	4	0	2	158	2	5	45	48	1	2	3	5	45	17	14	24	0	2	2	0	0	2	2	1	0	0	1
8		Lehm	8	0	2	142	2	6	53	39	0	2	3	5	42	24	11	23	0	2	2	1	0	2	2	2	0	0	1
9		Löß	10	0	0	139	2	6	66	26	28	2	2	4	36	31	13	20	3	2	1	0	0	0	0	0	1	0	1
10		Löß	15	0	0	136	2	6	65	27	33	2	3	5	35	38	10	17	3	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1
11	H.T.-Traun N (Graben Hanusch)	Lehm	15	0	2	141	1	7	54	38	1	1	2	3	51	12	15	22	0	2	1	1	0	1	1	0	0	0	0
12		Lehm	25	0	2	143	1	8	63	28	2	0	1	1	28	29	15	28	0	2	1	1	0	1	1	0	0	0	0
13		Löß	30	1	1	170	0	8	66	26	36	1	2	3	40	32	11	17	3	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
14	H.T.-Traun N (Lößrohb. Bindermichl)	Löß	2	0	0	149	4	13	51	32	16	3	3	6	54	24	11	11	3	1	1	1	2	1	0	0	0	0	2
15		Löß	4	0	0	140	2	15	62	21	31	2	3	5	43	28	13	16	3	1	1	1	2	1	0	0	1	0	2
16		Löß	7	0	0	128	5	12	60	23	29	2	3	5	34	41	10	15	3	1	1	1	0	1	0	0	1	0	2
17	H.T.-Traun S (Parabraunerde Ebelsberg)	Lehm	4	0	2	152	3	8	48	41	0	1	3	4	37	30	10	23	0	2	3	0	3	1	2	1	0	0	0
18		Lehm	10	0	2	149	2	7	45	46	3	1	3	4	45	24	13	18	0	3	2	0	1	1	3	1	0	0	0
19		Löß	15	1	0	138	2	12	62	24	46	0	2	2	30	36	17	17	3	1	1	0	1	2	1	0	1	1	1
20		Löß	40	1	0	149	3	11	55	31	35	1	2	3	35	35	11	19	3	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1
21	H.T.-Traun S (Lößrohboden Ebelsberg)	Löß	2	0	0	137	4	12	55	29	36	0	3	3	49	31	5	15	3	0	1	1	1	0	0	0	1	0	2
22		Löß	4	0	0	137	4	13	59	24	48	0	3	3	36	40	8	16	3	0	1	1	1	0	0	0	1	0	2
23		Löß	7	0	0	130	3	11	58	28	47	1	3	4	41	40	9	10	3	0	1	1	1	0	0	0	1	0	2

24		Lehm	8	0	2	141	1	6	65	28	1	2	2	4	45	20	12	23	0	2	1	1	0	1	2	2	0	1	1
25		Löß	13	1	1	145	2	6	63	29	41	3	3	6	40	30	11	19	3	1	2	1	0	1	0	0	2	0	1
26	D.S.-Traun N	Lehm	14	0	2	169	1	3	55	41	4	1	3	4	48	24	15	13	1	2	2	1	0	1	1	0	0	1	1
27	(Ziegelei, Grab-	Löß	15	1	1	154	2	7	60	31	23	2	3	5	43	29	14	14	3	1	2	1	0	1	0	0	0	0	1
28	nerstr.)	Löß	26	1	1	150	5	10	47	38	23	2	3	5	40	28	14	18	3	1	2	1	0	1	0	0	0	0	1
29		Löß	33	2	1	143	1	10	61	28	18	1	3	4	45	17	11	27	3	1	2	1	0	1	0	0	0	0	1
30		Löß	43	2	1	150	1	9	57	33	23	0	3	3	33	17	15	35	3	1	2	1	0	1	0	0	0	0	1
31		Lehm	4	1	2	148	1	9	44	46	1	0	3	3	45	16	18	21	0	2	3	1	0	1	3	2	0	2	1
32	D.S.-Traun S	Lehm	9	1	2	146	3	10	50	37	0	3	3	6	47	15	15	23	0	2	3	1	0	1	3	2	0	2	1
33	(Schiltenberg)	Löß	12	1	1	135	3	12	61	24	33	2	2	4	42	26	14	18	3	1	1	1	0	0	0	0	2	0	1
34		Lehm	4	0	2	139	2	16	56	26	0	3	3	6	42	27	17	14	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	2
35	H.T. Inn-Mattig	Lehm	8	0	2	148	3	13	46	38	4	3	3	6	36	22	23	19	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	2
36	(St. Georgen/M.)	Löß	15	1	0	148	3	18	59	20	34	3	3	6	36	27	13	34	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
37		Löß	40	2	1	153	2	12	56	30	3	3	3	6	42	17	11	30	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	2
38		Lehm	4	1	2	148	3	7	44	46	0	3	3	6	62	8	13	17	0	3	2	1	0	1	2	2	0	2	1
39	D.S. Inn-Mattig	Lehm	8	1	3	149	3	9	54	35	0	2	3	5	51	11	12	26	0	3	2	1	0	2	2	2	0	2	1
40	(Mauerkirchen)	Lehm	30	1	3	149	2	10	55	33	3	3	3	6	56	9	9	26	0	3	1	1	0	2	2	2	0	2	1
41		Lehm	45	2	3	149	4	10	45	41	0	2	3	5	55	6	17	22	0	3	3	1	0	2	2	2	0	2	1
42		Lehm	65	2	3	156	3	9	49	39	0	2	3	5	55	7	15	23	0	3	3	1	0	2	2	2	0	2	1
43	H.T.-Enns	Löß	5	0	0	141	4	12	46	38	16	3	3	6	47	30	13	10	3	1	2	0	1	1	2	1	1	1	2
44	(Thalling)	Löß	10	0	0	147	8	10	37	45	9	3	3	6	43	32	12	23	3	1	1	0	1	1	2	1	1	1	2
45	D.S.-Enns	Löß	6	0	0	146	8	13	40	39	10	3	3	6	68	10	12	10	2	1	2	0	1	1	2	0	0	1	2
46	(Heuberg)	Löß	24	0	0	131	16	12	29	43	2	2	3	5	70	8	12	10	2	1	2	0	2	1	2	0	0	1	2
47	H.T.-Donau W	Löß	2	0	0	120	8	34	37	22	11	3	2	5	49	28	17	6	3	1	1	1	2	1	1	1	0	0	2
48	(Pesenbach)	Löß	5	0	0	118	6	34	34	26	14	3	3	6	51	24	10	15	3	1	1	0	1	0	0	1	0	0	2
49		Löß	8	0	0	133	6	29	42	23	24	3	3	6	41	39	9	11	3	1	1	1	0	1	0	0	1	0	2
50		Lehm	12	1	2	146	3	7	51	39	1	2	3	5	57	2	29	12	0	3	2	1	0	1	3	2	0	2	0
51	D.S.-Donau W	Lehm	30	1	1	141	3	8	46	43	1	1	2	3	57	5	21	17	0	3	2	1	0	1	3	2	0	2	0
52	(Ottensheim)	Lehm	46	2	1	150	11	11	39	39	1	1	3	4	49	8	29	14	0	3	2	1	0	1	3	2	0	2	1
53		Lehm	55	2	1	160	25	8	28	39	0	2	3	5	42	8	39	11	0	3	2	1	2	1	3	2	0	2	2
54		Löß	4	0	0	143	4	24	53	19	29	2	3	5	40	27	13	20	3	1	1	0	0	1	1	1	1	1	2
55	H.T.-Donau O	Löß	10	0	0	136	3	24	57	16	36	2	3	5	35	31	13	21	3	1	1	0	0	1	1	1	0	2	2
56	(Schwertberg)	Löß	75	0	0	143	12	21	40	27	23	3	3	6	43	25	13	19	3	1	1	0	2	1	2	1	1	0	2
57		Löß	4	0	0	143	13	21	36	30	4	2	3	5	32	35	10	23	2	1	0	1	0	0	1	1	2	0	2
58	D.S.-Donau O	Löß	8	0	0	136	3	15	56	26	35	2	3	5	41	22	13	24	3	1	0	1	0	0	0	0	2	0	2
59	(Mauthausen)	Löß	25	0	0	136	4	17	56	23	31	3	3	6	43	21	9	27	3	1	0	1	0	1	0	0	2	0	2

Tab. 2: Bezeichnung und Einwertung der Variablen auf Grund der Untersuchungsergebnisse (Klassifikation für EDV)

Nr.	Variable	0	1	2	3
1	Terrasse		Hochterrasse	Deckenschotter	
2	Sediment		Löß	Lehm	
3	Tiefe in dm				
4	Vergleyung	nicht vergleyt	mäßig vergleyt	vergleyt	stark vergleyt
5	Struktur	strukturlos	mäßig ausgeprägt	gut ausgeprägt	sehr ausgeprägt
6	Raumtrockengewicht g/100 cm^3				
7	Karbonate % ($CaCO_3$)				
8	Menge der Schwerminerale	sehr wenig	wenig	viel	sehr viel
9	Sand % (2—0,1 mm)				
10	Feinsand % (0,1—0,05 mm)				
11	Staubsand % (0,05—0,01 mm)				
12	Abschlämmbares % (< 0,01 mm)				
13	opake Körner % (in Sand u. Feinsandfraktion)				
14	Granate % (in Sand u. Feinsandfraktion)				
15	magmatische Körner % (in Sand u. Feinsandfraktion)				
16	metamorphe Körner % (in Sand u. Feinsandfraktion)				
17	Menge der Calcite	keine	wenig	viel	sehr viel
18	Menge der Biotite	sehr wenig	wenig	viel	sehr viel
19	Verwitterungsgrad d. Feldspäte	nicht verwittert	angewittert	verwittert	stark verwittert
20	Abrollungsgrad der Minerale	nicht gerundet (eckig)	mäßig gerundet	gerundet	gut gerundet
21	Mikrotextur	feinkörnig	mittelkörnig	gemischt körnig	grob körnig
22	Mikrogefüge	nicht eingeregelt	eingeregelt	undeutlich schichtig	deutlich schichtig
23	Bindesubstanz	keine	wenig	viel	sehr viel
24	Schlierenbildung	keine	mäßig	stark	sehr stark
25	Ca-Konkretionen	keine	wenig	viel	sehr viel
26	Fe-Konkretionen	keine	wenig	viel	sehr viel
27	Strömung	fast keine (Totarme)	schwach (Augebiet)	sanft (nahe Terrassenrand)	stark (Uferregion)

Tab. 3: Mittelwerte und Streuungen

Variable:	alle Proben		Hochterrasse		Deckenschotter		Löß		Lehm	
	n = 59		n = 35		n = 24		n = 37		n = 22	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Tiefe in dm	18,1	17,12	15,1	16,34	22,5	17,59	17,8	16,42	18,6	18,59
Vergleyung	0,6	0,72	0,3	0,59	1,0	0,75	0,5	0,69	0,7	0,78
Struktur	0,9	1,00	0,6	0,88	1,4	1,01	0,2	0,43	2,1	0,58
Raumtrockengewicht	144,6	10,05	143,1	10,99	146,7	8,28	141,5	9,61	149,8	8,66
Karbonate %	17,2	16,16	21,7	16,35	10,6	13,69	26,8	12,93	1,1	1,31
Menge der Schwerminerale	4,7	1,19	4,7	1,33	4,8	0,98	4,8	1,15	4,6	1,26
Sand %	4,2	4,16	3,6	2,44	5,0	5,79	4,4	3,44	3,7	5,20
Feinsand %	11,9	6,51	13,3	7,61	10,0	3,80	14,1	7,08	8,2	2,81
Staubsand %	51,9	9,47	53,3	8,81	49,7	10,15	53,5	9,96	49,0	8,03
Abschlämmbares %	32,2	8,35	29,9	8,66	35,4	6,83	28,0	6,38	39,1	6,33
opake Körner %	43,8	9,04	40,5	6,85	48,6	9,81	41,7	9,05	47,4	7,99
Granate %	24,1	10,96	29,6	8,25	15,9	9,27	29,2	8,89	15,4	8,47
magmatische Körner %	13,7	5,43	12,2	3,21	15,8	7,16	11,7	2,43	17,0	7,27
metamorphe Körner %	18,8	6,14	18,2	5,97	19,7	6,40	18,0	6,64	20,2	5,02
Calcite	1,7	1,41	2,1	1,35	1,3	1,40	2,8	0,60	0,05	0,21
Biotite	1,4	0,86	1,1	0,63	1,9	0,93	0,9	0,33	2,3	0,83
Verwitterungsgrad	1,4	0,85	1,1	0,70	1,8	0,88	1,1	0,74	1,9	0,75
Abrollungsgrad	0,6	0,50	0,3	0,48	0,9	0,28	0,5	0,51	0,7	0,46
Mikrotextur	0,4	0,75	0,5	0,82	0,2	0,58	0,5	0,73	0,3	0,77
Mikrogefüge	1,0	0,63	0,9	0,68	1,0	0,55	0,8	0,63	1,3	0,48
Menge der Bindesubstanz	1,1	1,08	0,9	0,91	1,5	1,22	0,5	0,80	2,1	0,75
Menge der Schlieren	0,7	0,84	0,5	0,61	1,0	1,00	0,3	0,51	1,4	0,80
Ca-Konkretionen	1,8	1,41	2,1	1,35	1,3	1,40	2,8	0,60	0,1	0,21
Fe-Konkretionen	0,5	0,80	0,1	0,32	1,1	0,93	0,2	0,37	1,1	0,97
Strömung	1,3	0,68	1,4	0,74	1,2	0,56	1,6	0,55	0,8	0,64

Tab. 4: Einfachkorrelationen zwischen den Variablen beim Löß (n = 37)

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Strömung	Variable
			0,46							0,33		−0,53								1 Terrasse (HT→DS)
																				2 Sediment (Löß→Lehm)
		0,57	0,40	0,43										−0,39					−0,41	3 Tiefe
			0,75	0,55			−0,46	−0,41	0,41					0,48					−0,58	4 Vergleyung
				0,50			−0,39	−0,39	0,30			−0,30		0,36					−0,62	5 Struktur
							−0,32	−0,57	0,35					0,34					−0,52	6 Raumtrockengewicht
						−0,43	−0,52		0,67	−0,55	−0,59	0,64			−0,32	−0,48	−0,36			7 Karbonate
							0,32	0,30	−0,39										0,45	8 Menge der Schwerminerale
								0,40	−0,87	0,38	0,42					0,52		0,33	0,54	9 Sand
									−0,57	−0,42									0,58	10 Feinsand
										−0,47	−0,53	0,31				−0,50		−0,38	−0,54	11 Staubsand
											0,48	−0,37				0,43		0,61		12 Abschlämmbares
												−0,71		−0,41		0,43		0,35		13 opake Körner
																−0,30				14 Granate
															0,50					15 magmatische Körner
																				16 metamorphe Körner
																				17 Biotite
																	0,72	0,63		18 Bindesubstanz
																				19 Schlierenbildung
																				20 Fe-Konkretionen

Irrtumswahrscheinlichkeit:

kleiner als 0,1 % bei r = 0,51, sehr hoch gesichert
kleiner als 1 % bei r = 0,41, hoch gesichert
kleiner als 5 % bei r = 0,31, gesichert
knapp über 5 % bei r = 0,30, schwach gesichert

Tab. 5: Einfachkorrelationen zwischen den Variablen beim Lehm (n = 22)

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Strömung	Variable
	0,45	0,74									0,63	−0,69			0,62	0,48	0,68	0,96		1 Terrasse (HT → DS)
																				2 Sediment (Löß → Lehm)
		0,79					0,55					−0,51	0,47		0,55			0,50		3 Tiefe
							0,56		−0,53		0,51	−0,77	0,52		0,66	0,54	0,68	0,86		4 Vergleyung
							−0,49		0,42				−0,60	0,57						5 Struktur
								−0,51	−0,45	0,53										6 Raumtrockengewicht
																	−0,45			7 Karbonate
																			0,63	8 Menge d. Schwermin.
									−0,74				0,78	−0,49		0,41			0,42	9 Sand
										−0,51									0,41	10 Feinsand
										−0,65		0,42	−0,60	0,43		−0,55				11 Staubsand
																				12 Abschlämmbares
												−0,82			0,52		0,47	0,66		13 opake Körner
													−0,42		−0,57	−0,50	−0,56	−0,79		14 Granate
														−0,72						15 magmatische Körner
																				16 metamorphe Körner
																0,50	0,62	0,68		17 Biotite
																	0,65	0,58		18 Bindesubstanz
																		0,75		19 Schlierenbildung
																				20 Fe-Konkretionen

Irrtumswahrscheinlichkeit:

kleiner als 0,1 % bei r = 0,70, sehr hoch gesichert
kleiner als 1 % bei r = 0,57, hoch gesichert
kleiner als 5 % bei r = 0,43, gesichert
knapp über 5 % bei r = 0,41, schwach gesichert

Tab. 6: Einfachkorrelationen zwischen den Variablen bei Hochterrassen (n = 35)

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Strömung	Variable
																				1 Terrasse (HT → DS)
		−0,35	0,95	0,34	−0,74		**−0,36**	−0,40		0,66		−0,54	0,41	0,37	0,52	0,53	0,31		−0,53	2 Sediment (Löß → Lehm)
		0,57																		3 Tiefe
				0,33					−0,37											4 Vergleyung
				0,47	−0,77		**−0,45**	−0,45		0,65		−0,60	0,41	0,45	0,51	0,51	0,35		−0,59	5 Struktur
							−0,31	−0,62		0,51		−0,35		0,50		0,33			−0,45	6 Raumtrockengewicht
									0,49	−0,67	−0,45	0,77	−0,40	−0,34	−0,52	−0,59	−0,47		0,33	7 Karbonate
							0,48	0,37	−0,48								0,34		0,60	8 Menge der Schwerminerale
								0,55	−0,67										0,59	9 Sand
									−0,44	−0,58				−0,35					0,59	10 Feinsand
										−0,45	−0,51	0,35				−0,43				11 Staubsand
											0,34	−0,51			0,34	0,64			−0,43	12 Abschlämmbares
												−0,62								13 opake Körner
													−0,39	−0,46		−0,47	−0,33			14 Granate
																	0,32			15 magmatische Körner
																			−0,33	16 metamorphe Körner
																0,44	0,32		−0,61	17 Biotite
																	0,75		−0,39	18 Bindesubstanz
																				19 Schlierenbildung
																				20 Fe-Konkretionen

Irrtumswahrscheinlichkeit:

kleiner als 0,1 % bei r = 0,52, sehr hoch gesichert
kleiner als 1 % bei r = 0,42, hoch gesichert
kleiner als 5 % bei r = 0,32, gesichert.
knapp über 5 % bei r = 0,30, schwach gesichert

Tab. 7: Einfachkorrelationen zwischen den Variablen bei Deckenschottern (n = 24)

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Strö-mung	Variable
																				1 Terrasse (HT→ DS)
			0,77	0,46	−0,79			−0,50		0,58		−0,63	0,46		0,93	0,81	0,89	0,91	−0,48	2 Sediment (Löß→Lehm)
		0,73										−0,41	0,43							3 Tiefe
			0,42	0,37								−0,38	0,48		0,43				−0,39	4 Vergleyung
				0,47	−0,52		−0,40	−0,56				−0,41			0,73	0,41	0,67	0,66	−0,57	5 Struktur
								−0,56		0,39			0,37		0,41					6 Raumtrockengewicht
									0,54	−0,71	−0,50	0,65	−0,36		−0,74	−0,86	−0,78	−0,84		7 Karbonate
																				8 Menge der Schwerminerale
									−0,82				0,54	−0,49					0,57	9 Sand
										−0,40					−0,41			−0,36	0,63	10 Feinsand
										−0,63	−0,36	0,40	−0,47	0,50		−0,56		−0,42	−0,38	11 Staubsand
											0,57	−0,60	0,41	−0,46	0,56	0,70	0,48	0,72		12 Abschlämmbares
												−0,73		−0,49	0,40	0,53		0,57		13 opake Körner
													−0,47		−0,74	−0,75	−0,62	−0,82		14 Granate
														−0,47	0,53	0,57	0,45	0,49		15 magmatische Körner
																−0,37				16 metamorphe Körner
																0,77	0,89	0,92	−0,47	17 Biotite
																	0,84	0,92		18 Bindesubstanz
																		0,89	−0,40	19 Schlierenbildung
																			−0,36	20 Fe-Konkretionen

Irrtumswahrscheinlichkeit:

kleiner als 0,1 % bei r = 0,62, sehr hoch gesichert
kleiner als 1 % bei r = 0,50, hoch gesichert
kleiner als 5 % bei r = 0,38, gesichert
knapp über 5 % bei r = 0,36, schwach gesichert

Literatur

Blümel, F., Janik V. und Schiller H., 1959: „Die Mikromorphologie und der Kolloidenzustand unterschiedlicher Bodentypen". Landw.-chem. BVA Linz, Festschrift LX 4.

Campbell, R. C., 1971: „Statistische Methoden in Biologie und Medizin". Thieme-Verlag, Stuttgart.

Janik, V., 1965: „Die Bodenentwicklung auf der Hochterrasse der Traun bei Linz". Naturkdl. Jahrbuch der Stadt Linz 1965.

Janik, V., 1967: „Sedimentpetrographische Untersuchungen verschiedener Lößprofile von Oberösterreich". Unveröffentl. Diss., Universität Wien.

Janik, V., 1967: „Die Genetik der Sedimente auf der Traunhochterrasse bei Linz". Naturkdl. Jahrbuch der Stadt Linz 1967.

Janik, V., 1969: „Die Linzer Lößprofile in pedologischer und epirogentektonischer Sicht". Naturkdl. Jahrbuch der Stadt Linz 1969.

Kölbl, L., 1930: „Studien über den Löß". Mitt. Geol. Ges. Wien, Bd. 23, Wien.

Kölbl, L., 1931: „Über die Aufbereitung fluviatiler und äolischer Sedimente". Min. Petr. Mitt. Wien, Bd. 41.

Kubiena, W., 1962: „Wesen, Ziele und Anwendungsgebiete der mikromorphologischen Bodenforschung". Zt. f. Pflanzenern., Düngung, Bodenk., Weinheim, Bd. 97/3.

Lengauer, E., Schiller H. u. Mitarbeiter, 1962: „Fruchtbarkeitsstörungen bei Rindern im Zusammenhang mit dem Mineralstoffgehalt des Wiesenfutters und einigen Faktoren der Wirtschaftsführung". Landw.-chem. BVA Linz, Bd. LXIII/5.

Lindner, A., 1957: „Statistische Methoden für Naturwissenschaftler, Mediziner und Ingenieure". Birkenhäuser-Verlag, Basel u. Stuttgart.

Marsal, D., 1967: „Statistische Methoden für Erdwissenschaftler", Schweizerbart, Stuttgart.

Schiller, H. und Lengauer, E., 1962: „Der Einfluß einiger Bodenfaktoren auf den Pflanzenertrag, geprüft mit Hilfe eines numerisch graphischen Verfahrens". Die Bodenkultur, Bd. 13, Heft 1.

Schwarz, A., 1952: „Über den Umgang mit Zahlen". Oldenburg.

Woletz, G., 1954: „Schwermineralanalysen in Gesteinen von Helvetikum, Flysch und Gosau". Verh. Geol. BA., Wien.