

**SEDIMENTPETROGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN
DER QUARTÄREN PROFILE
VON ST. GEORGEN a. d. MATTIG UND MAUERKIRCHEN
(OBERÖSTERREICH)**

Von Vinzenz Janik

(Mit 8 Farbabb. auf Farbtaf. 1 u. 2, 4 Abb. im Text und 2 Diagrammen)

Inhaltsübersicht

Einleitung	146
A. Aufnahme und Untersuchung der Profile	149
1. Erläuterungen zu den Feldbeobachtungen	149
2. Erläuterungen zu den Analyseergebnissen	150
a) Physikalische Untersuchungen	150
b) Chemische Untersuchungen	151
c) Mineralogische Untersuchungen	152
d) Mikromorphologische Untersuchungen	153
B. Ergebnisse der Profiluntersuchungen	154
1. Das Hochterrassenprofil bei St. Georgen a. d. Mattig	155
a) Physikalische und chemische Untersuchungen	155
b) Schwermineralogische Untersuchungen	158
c) Mikromorphologische Untersuchungen	159
2. Das Deckenschotterprofil bei Mauerkirchen	159
a) Physikalische und chemische Untersuchungen	160
b) Schwermineralogische Untersuchungen	163
c) Mikromorphologische Untersuchungen	165
C. Der Einfluß der Transportauslese auf die Korngrößen- zusammensetzung und den Schwermineralgehalt	165
1. Die Korngrößenzusammensetzung als Ergebnis der Transportauslese	169
a) Das Hochterrassenprofil St. Georgen a. d. Mattig	169
b) Das Deckenschotterprofil Mauerkirchen	170
2. Der Schwermineralgehalt als Ergebnis der Transportauslese	170
a) Das Hochterrassenprofil St. Georgen a. d. Mattig	170
b) Das Deckenschotterprofil Mauerkirchen	171
3. Charakterisierung der Profile mittels durchsichtiger Schwerminerale	171
D. Schlußfolgerungen	173
E. Zusammenfassung	176
F. Schlußbemerkung	177
Literaturhinweis	178

Einleitung

Als im Jahre 1955 die Deutsche Quartärvereinigung („Deuqua“) ihre Exkursion in Österreich durchführte, stellte L. WEINBERGER (18) das Profil der Hochterrasse bei St. Georgen a. d. Mattig und des Deckenschotters bei Mauerkirchen vor, wobei der Löß nach der herrschenden Lehrmeinung selbstverständlich als äolisch aufgewehtes Material angesehen wurde. Desgleichen nahm man ohne analytische Untersuchungen an, daß sich die Parabraunerde der Hochterrasse und der Tagwassergley des Deckenschotters aus dem Löß durch dessen Entkalkung und Verlehmung entwickelt hätten, so daß man sowohl die Entstehung als auch die Entwicklung dieser Böden mit der unbewiesenen äolischen Lößtheorie erklärte.

Im Jahre 1965 gelang dem Verfasser mittels sedimentpetrographischer und mikromorphologischer Untersuchungen der Nachweis, daß auf der Traunhochterrasse bei Linz der Lehm der Parabraunerde nicht autochthon aus dem liegenden Löß entstanden, sondern eine allochthone Bodenbildung aus braunem, umgelagertem Lehmmaterial der höheren geologischen Einheiten, und daß der darunterliegende Löß eine fluviatile Ablagerung ist (JANIK, 1965).

Andererseits wurde bewiesen, daß die Bodenentwicklung aus Löß, d. h. die Entkalkung und Verlehmung aus karbonatreichem Schluff nur sehr langsam in geologischen Zeiträumen abläuft, und daß aus dem würmkaltzeitlichen Löß unter den klimatischen Bedingungen des oberösterreichischen Alpenvorlandes sich ein Lößrohboden entwickelt hat. Weitere, bisher unveröffentlichte Untersuchungen ergaben, daß selbst der altpleistozäne Löß in den obersten Horizonten immer noch kalkhältig und daß aus ihm die Lößbraunerde hervorgegangen ist (siehe allgemeine Übersicht der Bodenentwicklung).

Anmerkung der Redaktion:

Der Verfasser leitet aus den von ihm vorgenommenen Untersuchungen ein von der verbreiteten Lehrmeinung abweichendes, quartärgeologisches Ergebnis ab, das hiermit zur Diskussion gestellt wird.

Allgemeine Übersicht der Bodenentwicklungen auf eiszeitlichen
Feinsedimenten in Oberösterreich

(bei 8–9 °C mittlerer Jahrestemperatur, 800–1000 mm mittlerer Jahresniederschlag)

Ausgangssubstrat der Bodenbildung:	Bodenentwicklung aus den Ablagerungen des			
	Jungpleistozäns		Altpleistozäns	
a) Löß (kalkreicher Schluff aus Moränen- und Periglazial- gebiet, Ferntransport)	Lößrohboden		Lößbraunerde	
	Beispiel:		Beispiel:	
	Horizonte	Karbonate	Horizonte	Karbonate
	A	15% CaCO ₃	A	5% CaCO ₃
	AC	20% CaCO ₃	AB	10% CaCO ₃
	C	25% CaCO ₃	B	15% CaCO ₃
		BC	20% CaCO ₃	
		C	25% CaCO ₃	
b) Lehm (umgelagertes braunes Boden- material aus älteren geologischen Einheiten, Nahtransport)	Parabraunerde		Tagwassergley	
	Horizonte	Karbonate	Horizonte	Karbonate
	A	0% CaCO ₃	A ₁	0% CaCO ₃
	AB	0% CaCO ₃	A ₂	0% CaCO ₃
	B ₁	0% CaCO ₃	S ₁	0% CaCO ₃
	B ₂	0% CaCO ₃	S ₂	0% CaCO ₃
	Diskontinuität		Diskontinuität	
	D	25% CaCO ₃	D	25% CaCO ₃

Um diese neuen Erkenntnisse der Pedologie und Quartärgeologie im größeren Raum zu überprüfen, wurden auch die beiden in der Literatur bereits bekannten Profile St. Georgen a. d. M. und Mauerkirchen in die umfangreiche, sedimentpetrographische Untersuchung oberösterreichischer Lößprofile (JANIK, 1966) einbezogen, da bisher zur morphologischen Deutung und genetischen Erklärung nur die Beschreibung ihrer Aufschlüsse vorhanden war. Damit wird ein weiterer Beitrag zur Pleistozänforschung in Oberösterreich erbracht und ich danke Herrn Universitätsprofessor DDr. Dipl.-Ing. H. Wieseneder, Vorstand des Mineralogisch-petrographischen Institutes der Universität Wien, für das Ermöglichen dieser Arbeit und für seine rege Anteilnahme sowie für seine zahlreichen wertvollen Hinweise.

Lageskizze der Profile St. Georgen u. Mauerkirchen

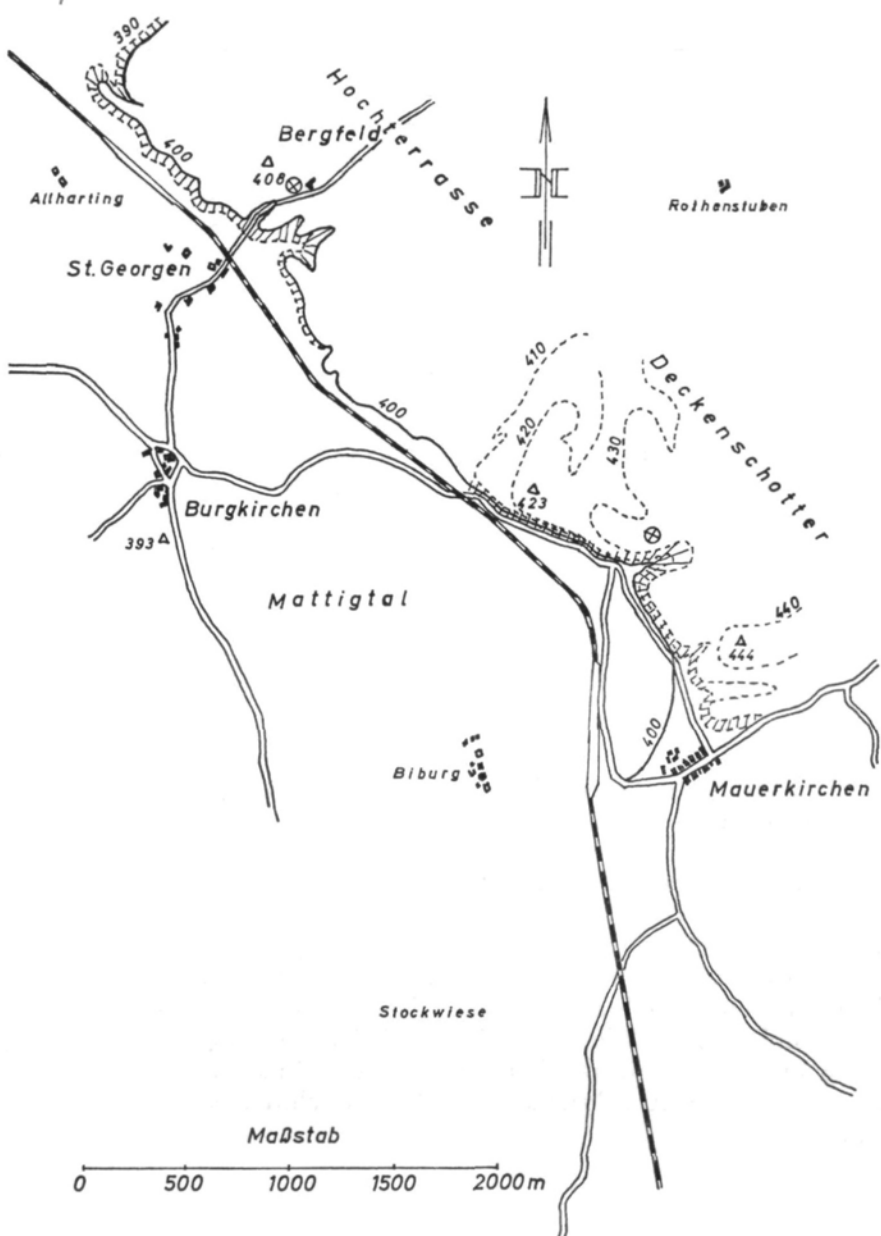


Abb. 1

A. Aufnahme und Untersuchung der Profile

Um eine bessere Übersicht über alle durch Feldaufnahmen und Analysen gewonnenen Ergebnisse zu bekommen, wurden diese für jeden Aufschluß tabellenförmig zusammengefaßt, wozu folgende Bemerkungen notwendig erscheinen.

1. Erläuterungen zu den Feldbeobachtungen

Schon bei der Besichtigung der Aufschlüsse bzw. bei der Probenentnahme ist eine Unterscheidung von Löß- und Lehmmaterial aufgrund 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 – nach Munsell soil color charts), hohen Kalkgehalt und einen bedeutenden Staubsandanteil (Schluff), sowie durch seinen strukturellen Aufbau aus einzelnen kleinen Mineralien, 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), höheren 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 können bei der Feldaufnahme mittels 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 kann ebenfalls nach 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 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 Unterscheidung der Löss- und Lehme mittels ihres natürlichen Aussehens ist nur bei der Feldaufnahme möglich und muß gleich der Feststellung eventueller Diskontinuitäten und sonstiger Erscheinungen bei allen Auswertungen berücksichtigt werden.

Diese verschiedenen Feldbeobachtungen zeigen charakteristische Eigenschaften der unterschiedlichen Proben auf und ermöglichen nicht nur die dynamischen Vorgänge innerhalb eines Lößprofils zu erkennen, sondern auch genetische Folgerungen beim Vergleich verschiedener Aufschlüsse zu ziehen.

2. Erläuterungen zu den Analyseergebnissen

Die Analyseergebnisse eines Aufschlusses können nur aufgrund der Beobachtungen bei der Feldaufnahme in bedeutsame Beziehung zur Bodenprobe gebracht und dadurch richtig interpretiert werden. Da jede Untersuchung nur ein bestimmtes Merkmal des Substrates beleuchtet, müssen die verschiedenen Analysenaussagen in einem deutbaren Verhältnis zum Profilganzen stehen. Dazu ist aber notwendig, zahlreiche Untersuchungen mit vielen Methoden durchzuführen, um ein zusammenhängendes Bild über die Probleme zu gewinnen

a) Physikalische Untersuchungen

Zwecks Bestimmung des **Raumtrockengewichtes** wurde von den einzelnen Horizonten je 300 cm^3 Probenmaterial mittels Stechzylinder entnommen und in ein Nylonsäckchen gefüllt. Im Laboratorium erfolgte die Wägung der naturfeuchten Probe und anschließend wurden davon 20 Gramm bei 105°C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Der Wasserverlust, umgerechnet in Prozenten des naturfeuchten Bodens, wurde von der ganzen Probenmenge abgezogen und das Trockengewicht für 100 cm^3 Probenmaterial berechnet.

Das Raumtrockengewicht zeigt die Lagerungsdichte des untersuchten Materials; sie wird einerseits von der Korngrößenzusammensetzung, andererseits aber auch vom Gefüge beeinflusst. Daher haben Lehme (Substrate mit höherem Tonanteil) im allgemeinen ein größeres Raumtrockengewicht als lockeres Lößmaterial; andererseits 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 Profils oder beim Vergleich verschiedener Profile genetische Hinweise geben.

Die Korngrößenanalyse ist die wichtigste physikalische Untersuchung, da sie einen Einblick in die Zusammensetzung des Substrates und damit auf alle an der Profilentstehung beteiligten Faktoren gewährt. Aber das gewonnene Korngrößenbild ist sehr stark von den Analysemethoden abhängig, da eine unterschiedliche Aufbereitung des Materials und verschiedenartige Durchführung der Untersuchungen (Schlämzung oder Pipettierung) große Differenzen in den Zahlenwerten ergeben, so daß nur Ergebnisse gleicher Methoden miteinander verglichen werden können.

Zur Bestimmung der Korngrößenzusammensetzung wurden die entnommenen Proben luftgetrocknet und auf ein 2-Millimeter-Sieb abgeseibt. Die Fraktionen sind mittels Schlämzung nach J. KOPETZKY (38) gewonnen, wobei die Proben vorher nach der Internationalen Methode B, d. h., durch zweistündiges Kochen, vorbereitet wurden. – Diese Untersuchungsmethode zur Korngrößenbestimmung ist für Lößprofile die aussagekräftigste, da die Schlämzung den natürlichen Prozeß des Transportes und der Sedimentation nachahmt und andererseits keine allzu starke Dispergierung der Teilchen vorgenommen wird.

Nachstehende Korngrößen wurden 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 = Abschlämbbares.

Die Bodenteilchen sind einerseits das Produkt der Verwitterung, andererseits 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 (JANIK, 1965).

Bei umgelagertem Material jedoch 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 (KOLBL, 1931).

b) Chemische Untersuchungen

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

Bezüglich des Karbonatgehaltes wäre folgendes voranzustellen: Bei Lößuntersuchungen müssen die Karbonatwerte als wesentliches Bestimmungs-

merkmal angesehen werden, da ein gewisser Kalkgehalt für den Löß in ganz Österreich charakteristisch ist. Daher sind größere Schwankungen innerhalb eines Profiles oder scharfe Diskontinuitäten bei dieser wichtigen Eigenschaft von besonderer genetischer Bedeutung. Andererseits verursacht die Verwitterung unter den humiden Verhältnissen von Oberösterreich mit über 800 mm jährlicher Niederschlagsmenge auch eine gewisse Lösung und Auswaschung der Karbonate, so daß aus dem Kalkgehalt auch Schlüsse auf das Alter der Bodenentwicklung gezogen werden können.

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.

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

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

Eine Zunahme des T-Wertes im Unterboden kann entweder auf Tonverlagerungen oder auf unterschiedliche Sedimentation zurückzuführen sein. Zur eindeutigen Klärung dieser Frage sind Dünnschliffuntersuchungen unbedingt notwendig.

c) Mineralogische Untersuchungen

Die bei der Korngrößenanalyse gewonnenen Sand- und Feinsandfraktionen wurden mit verdünnter Salzsäure entkalkt und mittels einer Schwere-Flüssigkeit (Azetylentetrabromid 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 als auch an der Hochschule für Bodenkultur laufend Schwermineralanalysen durchgeführt werden, so daß die gewonnenen Zahlenwerte mit diesen Untersuchungsergebnissen vergleichbar sind (20).

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.

Zur Kennzeichnung der Schwermineralgesellschaft dient einerseits das Verhältnis der opaken Körner zu den durchsichtigen und andererseits bei den letzteren die Anteile von Granat, Zirkon und Epidot, da diese Schwerminerale im größten Prozentsatz auftreten und auch bezüglich der Herkunft der Sedimente gewisse Aussagekraft haben.

Außerdem wurden bei den durchsichtigen Schwermineralen jene der magmatischen (Zirkon, Turmalin, Rutil, Apatit, Monazit) und jene der metamorphen Abfolge (Epidot, Andalusit, Disthen, Hornblende, Augit, Staurolith) ausgezählt.

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 durchsichtigen Mineralen abgeschlossen. Bei Proben mit geringerem Schwermineralanteil werden alle Mineralkörner gezählt, so daß die Schwerminerale in Prozentsätzen der durchsichtigen Körner aufscheinen. Ebenso wurde der Anteil der opaken Körner in Prozenten des Gesamtschwermineralgehaltes berechnet.

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

d) Mikromorphologische Untersuchungen

Das **M i k r o g e f ü g e**, 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.

Aufgrund zahlreicher Untersuchungen von W. KUBIENA (11), F. BLÜMEL, V. JANIK und H. SCHILLER (2) können aus der Menge und Farbe der kolloidalen Substanz (Bindesubstanz) und insbesondere aus der Doppelbrechung der Toneisenhydroxide bedeutsame und sichere Schlüsse für die Beweglichkeit und für das Alter der Tonverlagerung als Folge der Lösungs- und Ausfällungserscheinungen gezogen werden.

Junge Bodenbildungen haben nur wenige 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. 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 Alterungsvorgänge 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.

B. Ergebnisse der Profiluntersuchungen

Der eiszeitliche Salzachgletscher wurde bereits von E. BRÜCKNER (3) und zuletzt von L. WEINBERGER (16, 17) ausführlich beschrieben, und die altersmäßige Stellung der Terrassen ist eindeutig geklärt. Seine Altmoränen sind bei Hardenberg weit gegen Norden vorgebaut und haben sowohl den Flußverlauf des Inn als auch die Mattigmündung beeinflusst. Geomorphologisch tritt im Mattigtal bei St. Georgen die Treppung von der Niederterrasse zur Hochterrasse des Bergfeldes und nördlich von Mauerkirchen der weitere Anstieg zum Deckenschotter in der Landschaft deutlich hervor.

In der Eiszeit mündete in diesem Raum die Mattig in den Inn, bzw. kam es zur Verschneidung der beiden Flußsysteme. Die kleinere Mattig hat nach Fr. ROSENAUER (13) bei Mattighofen eine mittlere Abflußmenge von 1,3 m³ Wasser je Sekunde. Ihre Gewässer stammen aus dem Moränengebiet des ehemaligen Salzach-Traun-Gletschers und haben sich tief in das liegende Miozän am Westrand des Kobernaußner Waldes eingesenkt. Im Süden befindet sich der stark abgetragene Flyschrücken des Tannberges (632 m), und linksseitig der Mattig zieht gegen Norden die Endmoräne des Siedelberges (541 m).

Obwohl in der Gegenwart die Wasserführung des Inn mit 678 m³/sek viel größer ist und bei Hochwasser bis 3000 m³/sek (13) erreicht, wurde er jeweils im Laufe der Kaltzeiten durch die Mattig gegen Norden gedrängt. Sicherlich waren beide Flüsse, aber besonders die Mattig, in der Eiszeit bedeutend wasserreicher, worauf ihre breit angelegten Täler und Terrassen hinweisen.

Aus dem ehemaligen Mündungsraum der Mattig in den Inn wurden die Lößaufschlüsse „Bergfeld“ der Hochterrasse bei St. Georgen und der „Ziegelei Raschhofer“ des jüngeren Deckenschotters bei Mauerkirchen untersucht. (Siehe Abb. 1)

1. Das Hochterrassenprofil bei St. Georgen a. d. Mattig

In einem Hohlweg, der von St. Georgen gegen NO auf die Hochterrasse des „Bergfeldes“ führt, ist ein Lößprofil bei 408 m Seehöhe aufgeschlossen. Der Höhenunterschied zur Talsohle der Mattig beträgt hier 18 m und ist durch die steile Böschung der Hochterrasse gekennzeichnet.

Der Aufschluß wurde von L. WEINBERGER 1955 (18) beschrieben; bei der Besichtigung 1960 waren jedoch die untersten Schichten durch Rutschungen teilweise verschüttet, doch konnten folgende Beobachtungen gemacht werden: Die Bodenbildung ist eine kalkfreie 1,20 m mächtige Braunerde (= Parabraunerde = degradierte Braunerde), bodenartlich ein stark schluffiger Lehm, mit vereinzelt Kiesen. Die Parabraunerde ist mit einer scharfen Diskontinuität vom liegenden Löß getrennt und unterscheidet sich von diesem sowohl farbmäßig als auch im Kalkgehalt und in der Struktur.

Der Löß ist in den oberen Horizonten stark kalkhältig, schwach rostfleckig und undeutlich vergleyt (ehemalige Vergleyung), und führt vereinzelt Schnecken (*Helix hispida*). Ab 3,60 m Tiefe wird er stark rostfleckig und stark vergleyt; die rostfleckigen Partien sind etwas sandiger als die vergleyten, die einen höheren Schluffgehalt aufweisen. In diesen unteren Schichten des Lösses sind kryoturrate Stauchungen erkennbar; fossile Schnecken sind hier nicht vorhanden.

Vom Profil St. Georgen (Bergfeld) wurden 4 Horizonte untersucht; wobei die Proben I und II der kalkfreien Braunerde in 0,40 bzw. 0,80 m Tiefe, die Probe III dem mäßig vergleyten Löß in 1,50 m Tiefe und die Probe IV dem vergleyten Löß in 4,00 m Tiefe entnommen sind.

Die scharfen Diskontinuitäten zwischen dem Lehm der Braunerde und dem liegenden Löß, die bereits bei der Feldbeobachtung auffallend hervortritt, ist auch bei den Analysenergebnissen deutlich erkennbar.

a) Physikalische und chemische Untersuchungen

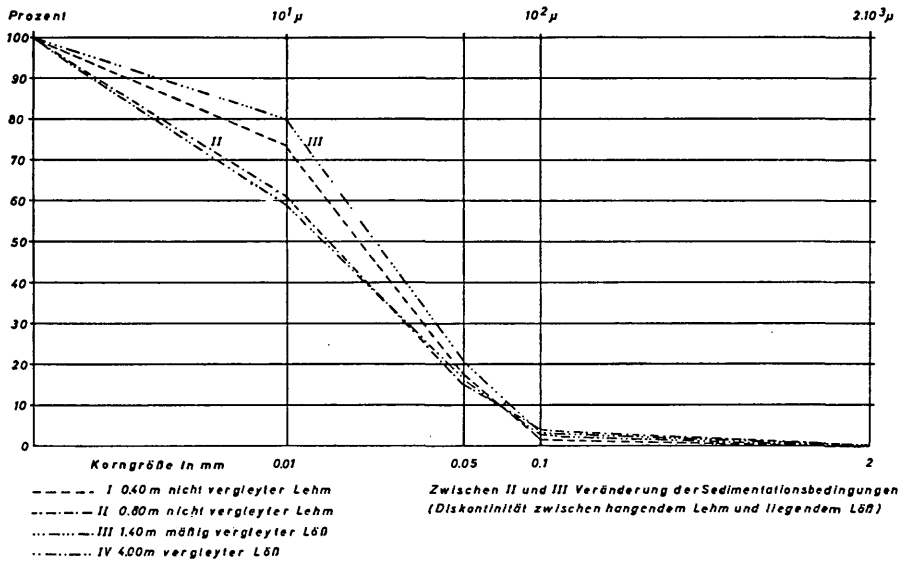
Die Braunerde hatte bei 0,40 m Tiefe ein Raumentrockengewicht von 138,7 g je 100 cm³ Bodenmaterial und bei 0,80 m Tiefe bereits 148,4 g/100 cm³. Ihr Karbonatgehalt ist mit 0,4 bzw. 4,2 % gering, und der Phosphorsäuregehalt ist ebenfalls nicht allzu hoch; er beträgt 1,8 bzw. 2,8 mg je 100 g Boden. Der T-Wert zeigt wie das Raumentrockengewicht bei der Braunerde mit der Tiefe eine Zunahme von 10,0 auf 12,5 mval, die vermutlich der stattgefundenen Bodenentwicklung zuzuschreiben ist (Tab. 1).

Diese Annahme scheint beim Vergleich der Korngrößenanalyse berechtigt zu sein, da der Horizont II eine Abnahme der größeren Fraktionen

(Sand, Feinsand und Staubsand) und eine starke Zunahme des Abschlämbbaren, das den Tongehalt einschließt, aufzeigt. Aber die großen Unterschiede in der Korngrößenzusammensetzung zwischen den beiden Horizonten der Braunerde läßt auch auf eine Änderung der Sedimentationsbedingungen schließen, da im liegenden Löß eine ähnliche Tendenz beim Vergleich der Horizonte III und IV erkennbar ist, wo ebenfalls nach oben der Feinsandgehalt und Staubsandgehalt zunimmt (siehe Diagramm 1).

Diagramm 1

Korngrößenkurven HT St. Georgen/Mattig



Der durch eine scharfe Diskontinuität von der Braunerde getrennte, mäßig vergleyte Löß hat mit 147,6 g/100 cm³ ein etwas geringeres Raumtrockengewicht als die hangende Braunerde, fällt jedoch durch seinen sehr hohen Karbonatgehalt (34 %) stark auf. Der Phosphorsäuregehalt ist bei beiden Lößproben sehr gering und beträgt nur 0,2 bzw. 0,3 mg und unterscheidet sich ebenfalls von der Braunerde. Auch die starke Abnahme des T-Wertes zeigt die vorhandene Diskontinuität sehr gut an, denn diese fällt im mäßig vergleyten Löß auf 3,7 mval ab. In der Korngrößenzusammensetzung hebt sich der Löß mit seinem hohen Staubsandgehalt (59,2 %) und seinem geringen Anteil an Abschlämbbarem (20,2 %) sehr gut ab. Aber diese charakteristische Eigenschaft ist im vergleyten Löß nicht mehr so ausgeprägt, da der Staubsandgehalt wieder auf 55,4 % absinkt und das Abschlämbbare auf 30 % ansteigt. Das Raumtrockengewicht ist in diesem

Tab. 1: Physikalische und chemische Analyseergebnisse vom Hochterassenprofil bei St. Georgen a. d. Mattig

Tiefe in m	Horizont	Boden und Untergrund	Farbe	Besonderheiten	Rtg. $\frac{3}{g/100\text{ cm}^3}$	CaCO ₃ %	P ₂ O ₅ mg/100 g	T-Wert mval/100 g	Korngrößen in % n. J. Koptetzky (Intern. Methode B)			
									S	FS	A	
0,40	I	hangender Lehm (Parabraunerde)	10 YR 4/4	vereinzelte Kiese	—138,7	0,4	1,8	10,0	2,0	16,2	55,6	26,2
0,80	II			Diskontinuität	—148,4	4,2	2,8	12,5	2,8	12,4	46,4	38,4
1,50	III	liegender Löß mäßig verglejt	2,5 Y 5/4	vereinzelte Kiese kleine Rost- und Gleyflecken vereinzelte Schnecken	—147,6	34,0	0,2	3,7	2,6	18,0	59,2	20,2
4,00	IV	stark verglejt	2,5 Y 5/2	kryoturbate Stauchungen, Rost- und Gleyflecken	—152,9	2,7	0,3	8,8	2,4	12,0	55,4	30,2

Tab. 2: Schwermineralogische Analyseergebnisse vom Hochterassenprofil bei St. Georgen a. d. Mattig

Tiefe in Meter	Fraktion	Menge	opake Körner		Körner in %	durchsichtige Körner in Prozent											
			Magnetit	Gale u. a.		Zirkon	Monazit	Titanit	Turmalin	Granat	Staurolith	Disthen u. Sillimanit	Andalusit	Zoisit	Hornblende	Rutil	Apatit
0,40	S	sehr viel	85	5	41,7	58,3	23,7	16,7	0,8	42,1	2,4	—	0,8	12,7	0,8	—	—
	FS	sehr viel	85	3	41,5	58,5	6,5	4,0	0,8	52,4	10,5	4,0	0,8	12,1	3,3	4,8	0,8
0,80	S	sehr viel	70	2	38,3	61,7	23,3	5,2	1,7	36,2	6,0	4,3	0,9	13,8	—	6,0	2,6
	FS	sehr viel	60	1	34,6	65,4	20,0	1,7	1,7	33,0	7,0	8,0	1,7	16,5	2,6	7,8	—
1,50	S	sehr viel	70	4	40,0	60,0	8,1	7,2	1,8	54,1	5,4	0,9	2,7	16,2	0,9	2,7	—
	FS	sehr viel	55	3	32,6	67,4	10,0	2,5	2,5	33,3	5,0	4,3	2,5	33,3	0,8	5,0	0,8
4,00	S	sehr viel	75	2	39,9	60,1	3,4	5,3	0,9	43,1	6,0	2,6	1,7	31,0	2,6	1,7	1,7
	FS	sehr viel	71	14	42,9	57,1	9,7	1,8	1,8	15,9	6,2	8,0	2,7	36,1	8,0	7,1	2,7

Horizont auf 152,9 erhöht, was auf eine dichte Lagerung schließen läßt. Der Karbonatgehalt ist mit 2,7 % gering, aber der T-Wert nimmt wieder stark zu und erreicht 8,8 mval. Er korrespondiert damit mit der Zunahme des Abschlämmbaren, das um 10 % größer ist, und mit der dadurch bedingten Abnahme des Feinsand- und Staubsandgehaltes. Im Verlauf der Korngrößenkurven ist einerseits der große Sprung zwischen den Horizonten II und III deutlich erkennbar, wodurch die vorhandene Diskontinuität und die Ablagerung verschiedenen Materials sichtbar wird; andererseits nehmen die Kurven sowohl des hangenden Lehmes als auch des liegenden Lösses von unten nach oben einen steileren Verlauf, was ebenfalls auf eine Veränderung der Sedimentationsbedingungen innerhalb dieser Ablagerungszeiträume hinweist.

b) Schwermineralogische Untersuchungen

Die schwermineralogischen Untersuchungen ergaben bei diesem Lößaufschluß einige auffallende Unterschiede. In der Sandfraktion beträgt der Anteil der opaken Körner um 40 % und ist im ganzen Profil ziemlich gleichbleibend. Jedoch steigt der Granatgehalt im liegenden, mäßig vergleyten Löß (Probe III) beim Vergleich mit der Braunerde um 18 % an und erreicht in diesem Horizont 54 %, so daß über die Hälfte aller durchsichtigen Schwerminerale Granate sind. Andererseits fällt der Zirkongehalt von 23 % in der Braunerde auf 8 % im mäßig vergleyten Löß ab und der Epidotgehalt nimmt jedoch von 14 % auf 16 % etwas zu (Tab. 2).

In der Feinsandfraktion sind die opaken Körner sowohl im oberen Horizont der Braunerde als auch im Gleylöß um ungefähr 10 % mehr vertreten als in der Profilmittle.

Der Granatgehalt nimmt in der Braunerde und im Löß mit der Tiefe ab, so daß er im ganzen Profil von 52 % bei 0,40 m Tiefe auf 33 % in der Profilmittle und sogar auf nur 15 % im Gleylöß (bei 4,00 m Tiefe) abfällt. Demgegenüber steht eine starke Zunahme des Epidotgehaltes von 12 % bzw. 16 % in der Braunerde auf 33 % bzw. 36 % im liegenden Löß, während der Zirkongehalt in der Braunerde von 6 % auf 20 % ansteigt und im Löß wieder auf 10 % abfällt.

Die Schwermineralanalyse zeigt somit die Diskontinuität des Profils, besonders im Granat- und Zirkongehalt der Sandfraktion und im Zirkon- und Epidotgehalt der Feinsandfraktion an. Auch ist der Unterschied zwischen dem oberen, mäßig vergleyten Löß zum liegenden, stark vergleyten Löß an der Abnahme des Granat- und Zirkongehaltes sowie an der Zunahme des Epidotanteiles und des Prozentsatzes der opaken Körner, besonders der Gele, feststellbar.

c) Mikromorphologische Untersuchungen

Bei den mikromorphologischen Untersuchungen der Dünenschlufe ist die scharfe Diskontinuität der hangenden Braunerde mit ihrem calcitfreien Mineralgerüst und der braungelben, stark doppelbrechenden kolloidalen Bindesubstanz zum liegenden Löß mit seinem calcitreichen Mineralgerüst und der geringen Bindesubstanz prägnant erkennbar. Diese Diskontinuität zieht sich im Dünnschliff der Probe von 1,20 m Tiefe als scharfer Kontrast des Mineralbestandes wie auch des Gefüges hindurch. Die beiden grundsätzlich verschiedenen Materialien sind mit fast gerader Linie voneinander getrennt und zeigen keinerlei Übergänge, so daß eine unterschiedliche Sedimentation vorliegen muß (siehe Dünnschliffbilder 1 - 4).

Andererseits unterscheidet sich der Gleylöß in 4,00 m Tiefe vom mäßig vergleyten Löß in 1,50 m Tiefe durch seinen geringen Calcitgehalt und durch seine gleichmäßig eingelagerte und vermengte Bindesubstanz. Die Calcite sind stark angeätzt und teilweise zersetzt, die Bindesubstanz ist kaum doppelbrechend.

In allen Horizonten sind die Glimmerschüppchen und auch die länglichen Zirkone teilweise waagrecht eingeregelt.

Als Gesamtergebnis der mikromorphologischen Untersuchungen kann nachstehendes ausgesagt werden: Es handelt sich um relativ junge Bodenbildung, da die Bindesubstanz braungelb, stark doppelbrechend und schlierenartig angehäuft ist. Das bodenbildende Substrat besteht aus kalkarmen, umgelagerten Bodenmaterial, das durch scharfe Diskontinuität vom liegenden Löß getrennt ist. In diesem sind die oberen Horizonte undeutlich geschichtet und die Calcite nur wenig verwittert; in 4,00 m Tiefe (Gleylöß) sind die Calcite jedoch stark angeätzt und zersetzt.

Die waagrecht eingeregelten Glimmerschüppchen im ganzen Profil lassen auf eine fluviatile Sedimentation schließen.

Als Leichtminerale sind wenige Biotite, jedoch viele Quarze und Feldspate, zum größten Teil Plagioklase, vorhanden. Die Quarze erscheinen zum meist scharfkantig, selten kantengerundet, die Feldspate sind in den oberen Horizonten teilweise angewittert bzw. zersetzt; ab 4,00 m Tiefe nimmt im vergleyten Löß jedoch die Zersetzung stark zu.

2. Das Deckenschotterprofil bei Mauerkirchen

Die Ziegelei Raschhofer bei Mauerkirchen baut den Deckenlehm auf der Terrasse des Deckenschotters in rund 430 m Seehöhe ab. Der Aufschluß befindet sich ungefähr 40 m über dem Mattigtal und wurde von L. WEINBERGER, 1953 (9) beschrieben.

Da die alte Abbauwand in der Richtung zum Älteren Deckenschotter

vielfach Schotterschnüre aufweist, wird der Lehm entlang des Erosionsrandes zum Mattigtal gewonnen. Aus dieser Profilwand wurden 5 Proben in 0,40, 0,80, 3,00, 4,50 und 6,50 m Tiefe unter Geländeoberkante entnommen. Der Aufschluß zeigt einen braunen, kalkfreien, vergleyten Lehm, dessen Bodenbildung sich zu einer tagwasservergleyten Braunerde entwickelt hat. Der oberste Horizont ist solifluidal beeinflußt und von zahlreichen Kiesen, zumeist Quarzen durchsetzt. In den unteren Horizonten der Bodenbildung sind Fe-Konkretionen vorhanden, deren Zahl und Größe mit der Tiefe stark zunehmen.

a) Physikalische und chemische Untersuchungen

Die starke Zunahme der Vergleyung ist auch im Raumtrockengewicht erkennbar, das bei 6,50 m (Probe V), sein Maximum mit 156,3 g je 100 cm³ Boden erreicht, während es in den oberen Horizonten, bei den Proben I bis IV, nur zwischen 147,9 und 149,3 schwankt (Tab. 3). Der Karbonatgehalt ist im ganzen Aufschluß äußerst gering; er liegt in den oberen und unteren Horizonten bei 0 % bzw. 0,2 % und erreicht nur bei 3,00 m Tiefe (Probe III) 3,2 %, was eventuell auch mit dem Maximum des Staubsandes in dieser Zone im Zusammenhang steht. Im Gegensatz hiezu ist der Phosphorsäuregehalt im allgemeinen relativ hoch und hat sein Maximum ebenfalls bei der Probe III mit 5,5 mg je 100 g Bodenmaterial. Er nimmt nach unten nur wenig ab und beträgt in der Probe IV 4,7 mg und in der Probe V 4,5 mg. Nach oben ist jedoch eine etwas stärkere Abnahme des P₂O₅-Gehaltes zu verzeichnen, denn dieser beträgt in der Probe II 3,6 mg und in der Probe I nur 1,2 mg.

Die T-Werte sind im ganzen Profil hoch. Die starke Schwankung zwischen Probe I und II von 20,0 mval auf 12,5 mval ist anscheinend auf solifluidalen Einfluß im Oberboden und auf eine Auswaschung im darunterliegenden Horizont zurückzuführen. Bei 3,00 m Tiefe beträgt der T-Wert 13,7 mval und im basalen Pseudogley ist wieder eine Zunahme auf 18,8 mval bzw. 18,3 mval feststellbar, womit eine Anreicherung der Tonsubstanz in diesen Horizonten gekennzeichnet wird.

In der Korngrößenzusammensetzung sind nur kleine Unterschiede erkennbar. Besonders zeigt der Grob- und Feinsandgehalt in allen Horizonten ziemlich gleiche Werte; diese schwanken nur zwischen 2,0 % und 4,2 % beim Grobsand und zwischen 7,0 % und 10,2 % beim Feinsand, so daß von einer Sedimentation unter relativ gleichen Bedingungen gesprochen werden kann.

Die Probe I hebt sich infolge solifluidaler Beeinflussung in den Fraktionen Staubsand und Abschlämmbarem etwas vom darunterliegenden Horizont II ab, da ersterer von 44,2 % auf 53,8 % ansteigt und letzteres von 46,2 % auf 34,6 % abfällt. Im Korngrößenaufbau entspricht der Ho-

Dünnschliffbilder Hochterrassenprofil St. Georgen/Mattig (ca. 25fach vergrößert, x-Nicols)

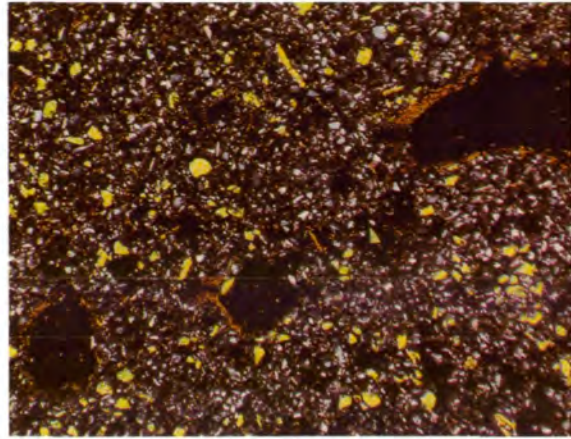
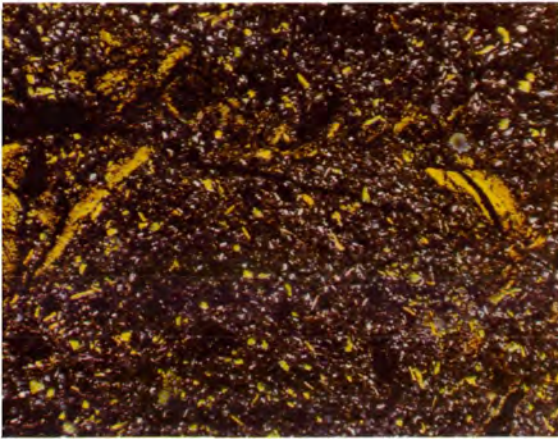


Abb. 1: B₁-Horizont bei 40 cm
Ziemlich dichtes, noch hohlraumreiches, feinkörniges Mineralgefüge, bestehend aus Quarz, Feldspat und Glimmerschüppchen, mit viel hellgelber, stark doppelbrechender Bindesubstanz, die sich in Hohlräumen zu größeren Schlieren zusammenballt.

Abb. 2: B₂-Horizont bei 80 cm
Ziemlich dichtes, noch hohlraumreiches, feinkörniges Mineralgefüge, bestehend aus Quarz, Feldspat und Glimmerschüppchen, mit viel Bindesubstanz, die teils ausgeflockt und teils in Hohlräumen schlierig angehäuft ist.

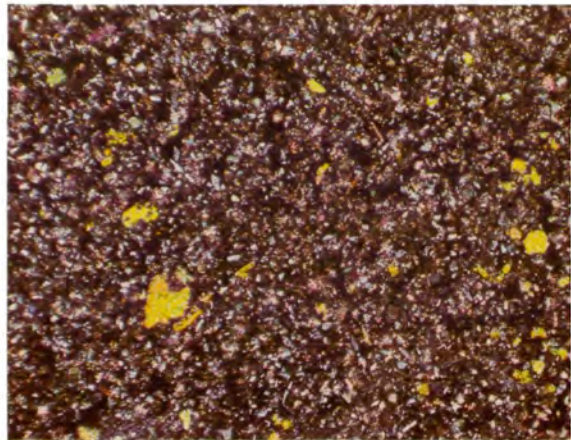
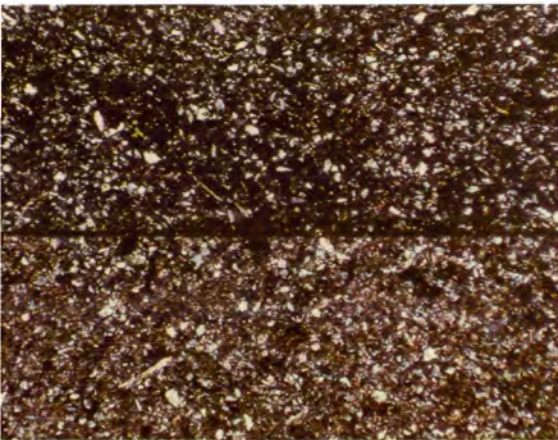


Abb. 3: BD-Horizont bei 1 m Tiefe
Scharfe Diskontinuität zwischen hangendem Lehm und liegendem Löß. Im ersteren ist ein dichtes, hohlraumarmes, feinkörniges Mineralgefüge, bestehend aus Quarz, Feldspat und Glimmerschüppchen, mit viel brauner, gut ausgeflockter Bindesubstanz vorhanden. Der liegende Löß dagegen hat ein dichtes, feinkörniges Mineralgefüge aus Quarz, Feldspat, Glimmer und Kalzit, ohne Bindesubstanz.

Abb. 4: D-Horizont bei 1,50 m
Dichtes, hohlraumarmes, feinkörniges Mineralgefüge, bestehend aus Quarz, Feldspat, Glimmerschüppchen und Kalzit, ohne Bindesubstanz.

Dünnschliffbilder Deckenschotterprofil Mauerkirchen (ca. 25fach vergrößert, x-Nicols)

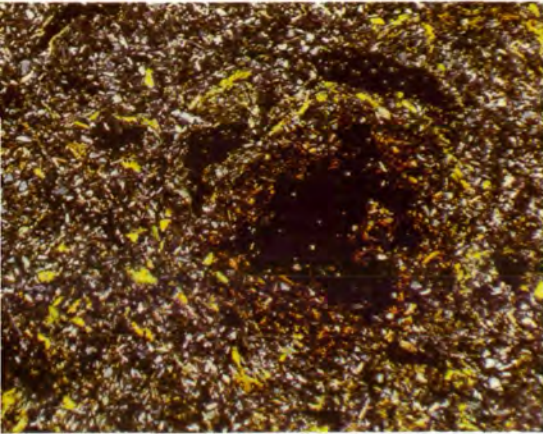


Abb. 5: B₁-Horizont bei 40 cm
Dichtes, noch hohlraumreiches, feinkörniges Mineralgefüge, bestehend aus Quarz, Feldspat und Glimmerschüppchen, mit viel Bindesubstanz, die teils gut ausgeflockt und teils schlierig zusammengeballt ist. Dabei zeigen junge Toneisenhydroxide hellgelbe Farbe und starke Doppelbrechung, während alternde Gele dunkelrotbraun und nicht doppelbrechend aufscheinen.

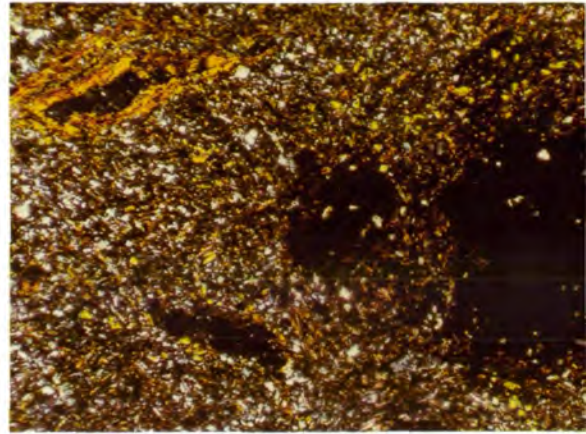


Abb. 6: B₂-Horizont bei 80 cm
Dichtes, noch hohlraumreiches, feinkörniges Mineralgefüge, bestehend aus Quarz, Feldspat und Glimmerschüppchen, mit viel Bindesubstanz, die teils gut ausgeflockt und teils schlierig zusammengeballt ist. Dabei zeigen junge Toneisenhydroxide hellgelbe Farbe und starke Doppelbrechung, während alternde Gele dunkelrotbraun und nicht doppelbrechend aufscheinen.

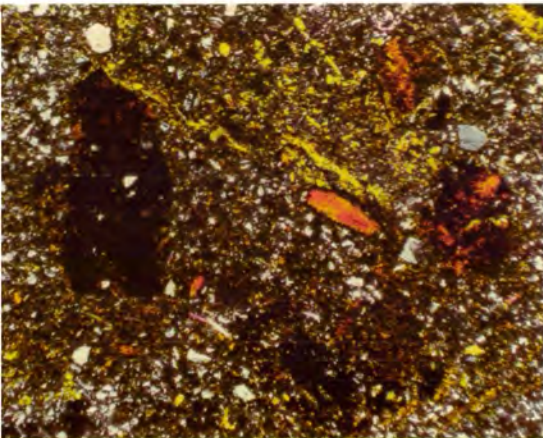


Abb. 7: Lehm bei 4,5 m Tiefe
Dichtes, hohlraumärmeres, feinkörniges Mineralgefüge, bestehend aus Quarz, Feldspat und Glimmerschüppchen, mit sehr viel schlierig angehäufter Bindesubstanz, bei der jüngere Partien hellgelb und stark doppelbrechend, ältere jedoch dunkelrotbraun und nicht doppelbrechend aufscheinen.

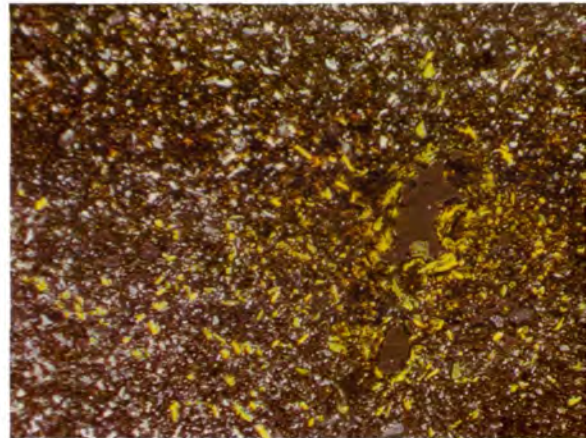


Abb. 8: Lehm bei 6,5 m Tiefe
Lockeres, hohlraumarmes, feinkörniges Mineralgefüge, bestehend aus Quarz, Feldspat und Glimmerschüppchen, mit viel Bindesubstanz, die teils gut ausgeflockt und teils in Hohlräumen schlierig vorliegt und aus höheren Schichten eingewandert ist.

Tab. 3: Physikalische und chemische Analyseergebnisse vom Deckenschotterprofil bei Mauerkirchen

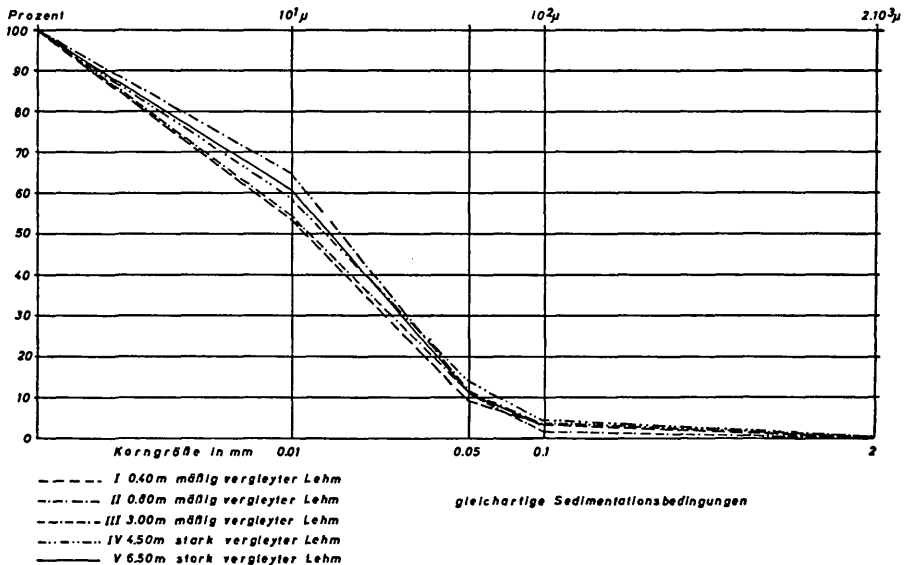
Tiefe in m	Hori- zont	Boden und Untergrund	Farbe	Besonderheiten	Rig. ³ g/100 cm ³	CaCO ₃ %	P ₂ O ₅ mg/100 g	T-Wert mval/ 100 g	Korngrößen in % n. J. Kopecky (Intern. Methode B)			
									S	FS	Stb	A
0,40	I	Lehm (tagw. vergl. Braunerde)	10YR4/4	zahlreiche Kiese	147,9	0,2	1,2	20,0	2,6	7,0	44,2	46,2
0,80	II	Lehm schwach rost- u. gleyfleckig	10YR4/4	vereinzelte Kiese vereinzelte Kon- kretionen	149,3	0,0	3,6	12,5	2,8	8,8	53,8	34,6
3,00	III	Lehm rostfleckig und gleyfleckig	MF:10YR 5/4	vereinzelte Kiese Zunahme der Kon- kretionen	148,9	3,2	5,5	13,7	2,0	10,2	54,6	33,2
4,50	IV	Lehm stark rost- fleckig, stark gleyfleckig	MF:10YR 5/4	zahlreiche Kon- kretionen	149,3	0,0	4,7	18,8	4,2	9,8	44,6	41,4
6,50	V	Lehm starke Zunahme der Gleyflecken besonders an Kluftflächen	MF:10YR 5/4	sehr viele große Konkretionen	156,3	0,2	4,5	16,3	2,6	9,2	49,0	39,2

Horizont II fast völlig dem Horizont III, denn es sind nur unwesentliche Unterschiede vorhanden. Bei 4,50 m Tiefe, im extremen Pseudogley, jedoch ist eine gewisse Veränderung in der Korngrößenzusammensetzung ersichtlich, da der Grobsand von 2,0 % auf 4,2 % und das Abschlämbare von 33,2 % auf 41,4 % zunimmt, während der Feinsand von 10,2 % auf 9,8 % und besonders der Staubsandgehalt von 54,6 % auf 44,6 % abnimmt. Der Unterschied in der Bodenbildung des stark vergleyten Untergrundes zum Oberboden, der sich schon beim Rauntrockengewicht, beim Karbonat- und Phosphorsäuregehalt und beim T-Wert erkennbar zeigte, wirkt sich auch bei den Korngrößen aus und es kann somit eine gewisse Veränderung im Sedimentationsgeschehen erkannt werden. Die Probe V ist in der Korngrößenzusammensetzung wieder der Probe IV sehr ähnlich. Sie zeigt nur eine geringe Abnahme sowohl im Grobsandgehalt von 4,2 % auf 2,6 % und im Feinsandgehalt von 9,8 % auf 9,2 %, sowie im Abschlämbaren von 41,4 % auf 39,2 %, und alle diese Differenzen werden durch die geringe Zunahme des Staubsandes von 44,6 % auf 49,0 % ausgeglichen.

Das Korngrößensbild des Profiles zeigt drei unterscheidbare Kurven auf. Der oberste, solifluidal beeinflusste Horizont weicht von den anderen ab und zeigt eine flachere Linienführung, während die Proben II und III sowie die Horizonte IV und V jeweils einen gleichen, parallelen Verlauf nehmen (siehe Diagramm 2).

Diagramm 2

Korngrößendatenkurven DS. Mauerkirchen



Da jedoch die beiden Kurven der oberen Horizonte anders liegen und einen etwas steileren Anstieg haben als die Proben des unteren Pseudogleyes, wird eine gewisse Veränderung der Sedimentationsbedingungen zwischen Horizont III und IV aufgezeigt.

b) Schwermineralogische Untersuchungen

Bei den Schwermineraluntersuchungen ergaben sich in den einzelnen Horizonten keine großen Unterschiede.

Der opake Anteil der Körner in der Sandfraktion schwankt zwischen 52,3 % und 61,4 %, wobei das Minimum bei 3,00 m Tiefe (Probe III) und das Maximum bei 4,00 m Tiefe (Probe IV) liegt (siehe Tab. 4).

In der Feinsandfraktion sind bei den opaken Körnern etwas größere Schwankungen feststellbar, da ihr Prozentsatz in der Probe I mit 64,3 am höchsten und in der Probe II mit 45,3 am geringsten ist. Bei 3,00 m Tiefe steigt der Anteil wieder auf 59,5 % an, um im Untergrund auf 49,5 % bzw. 48,9 % abzufallen.

Der Granatgehalt ist im ganzen Aufschluß relativ gering und erreicht in der Grobsandfraktion sein Maximum bei der Probe II mit 31,3 %. Die Probe I hat 21,2 % Granate, so daß ein Unterschied von 10 % nach oben vorhanden ist. In der Probe III beträgt der Granatanteil 26,5 % und nähert sich dem Höchstwert.

Andererseits sinkt jedoch der Granatgehalt im Untergrund ab, erreicht in der Probe IV nur 18,8 % und in der Probe V 19,0 %. Der Zirkongehalt hat seinen höchsten Wert in den beiden untersten Horizonten mit 23,9 % in der Probe IV und 19,0 % in der Probe V. Die Probe III zeigt ein Minimum des Zirkonanteiles mit 8,8 %, und dieser steigt in den oberen Horizonten wieder auf 14,1 % (Probe II) bzw. auf 12,7 % (Probe I) an.

Der Epidotanteil ist im ganzen Aufschluß ziemlich groß und hat in der Grobsandfraktion sein Maximum bei der Probe III mit 44,2 %, so daß fast die Hälfte aller durchsichtigen Körner aus Epidot besteht. In den oberen Horizonten I und II ist er mit 28,0 % bzw. 28,3 % konstant. Sein Minimum liegt im Untergrund bei der Probe IV mit 22,3 %, um in der Probe V wieder auf 29,1 % anzusteigen.

Demgegenüber zeigen die durchsichtigen Mineralkörner in der Feinsandfraktion nur geringere Schwankungen. Der Zirkonanteil hat sein Maximum in der Probe V mit 16,7 % und sein Minimum in der Probe II mit 10,2 %. Die Probe I nähert sich mit 16,1 % wieder dem Höchstwert und in den Horizonten III und IV beträgt der Zirkongehalt 12,0 % bzw. 11,6 %.

Der Granatanteil schwankt zwischen 18,8 % in der Probe I und 8,7 % in der Probe IV. Die übrigen Horizonte zeigen mit 12,0 % und 13,4 % bei der Probe II und III, bzw. mit 14,0 % bei der Probe V keine besonderen Unterschiede.

Der Epidotgehalt ist in der Feinsandfraktion noch etwas größer als in der Sandfraktion und schwankt zwischen 32,5 % in der Probe V und 48,8 % in der Probe II; mit dazwischenliegenden Werten nähert sich die Probe I mit 35,7 % dem Minimum und die Proben III und IV mit 43,0 % bzw. 44,9 % dem Maximum.

Die Schwermineralanalyse weist damit ebenfalls auf eine geringfügige Veränderung im Aufbau der Horizonte hin, da die Spektren der beiden untersten Horizonte sich etwas von den anderen Horizonten abheben.

c) Mikromorphologische Untersuchungen

Die mikromorphologischen Untersuchungen zeigen das Bild einer älteren Bodenbildung aus kalkarmem Material. Neben dem Mineralgefüge ist in allen Horizonten viel braune, schlierenartige Bindesubstanz vorhanden, die eine beginnende, konkretionäre Zusammenballung erkennen läßt. Auch die vereinzelt, dunkelbraunen Konkretionen zeigen eine alte Bodenentwicklung auf (siehe Dünnschliffbilder 5–8).

Der Horizont IV besitzt eine undeutliche Schichtung, wobei eine Tonanreicherung entlang den Schichtflächen sichtbar ist.

Die Schichtung und die eingeregeltten Glimmerschüppchen weisen in fast allen Horizonten auf fluviatile Ablagerungsbedingungen der Sedimente hin, bei denen in den tieferen Schichten, ab 4,50 m Tiefe, mehr älteres, umgelagertes Bodenmaterial vorliegt.

Bei den Leichtmineralien ist besonders in der Sandfraktion der sehr hohe Biotitgehalt auffallend. Die Quarze sind eckig bis kantengerundet. Die Feldspate, zumeist Plagioklase, sind in den oberen Horizonten trüber und stärker angewittert als bei 3,00 m Tiefe. Jedoch nimmt ihr Zersetzungsgrad im vergleyten Lehm der unteren Horizonte ab 4,50 m Tiefe sehr stark zu.

Als Gesamtergebnis der mikromorphologischen Untersuchungen kann Nachstehendes ausgesagt werden: Relativ alte Bodenbildung, die aus kalkarmem Substrat entstanden ist. Da viel braune, schlierenartige, schwach doppelbrechende Bindesubstanz vorhanden ist und konkretionäre Zusammenballungen erkennbar sind, kann aus der Alterung der Toneisenhydroxyde geschlossen werden, daß eine bedeutend ältere Bodenentwicklung als auf der Hochterrasse vorliegt.

C. Der Einfluß der Transportauslese auf die Korngrößenzusammensetzung und den Schwermineralgehalt

Da beim fluviatilen Transport des Lösses vor allem die Staubsandfraktion infolge abnehmender Strömungsgeschwindigkeit im strömungsschwachen Auegebiet sedimentiert, wird sie zum Hauptgemengteil in der Korngrößenzusammensetzung. Dabei erfolgte bei langsamer Abnahme der

Strömungsenergie eine gute Seigerung von Feinsand und Abschlämbbarem, worauf bereits L. KÖLBL, 1930 (9) hingewiesen hat.

Weil aber der Strömungsabfall der Hochwässer im Aubereich nicht gleichmäßig vor sich geht, indem sich der Flußquerschnitt beim Heraus-treten der Hochwässer aus dem Flußbett plötzlich vergrößert, hat der Löß neben dem Staubsand auch einen relativ hohen Gehalt an Feinsand und an Abschlämbbarem. Daher ist der Staubsand des Lösses bei beschleunigter Sedimentation in Ufernähe mit Feinsand und etwas Grobsand und bei verzögerter, uferferner Ablagerung mit viel Abschlämbbarem vermenget. Dies erklärt auch die Gesetzmäßigkeit in der Lößkörnung, wofür E. SCHÖNHALS (14) den Nachweis erbracht hat.

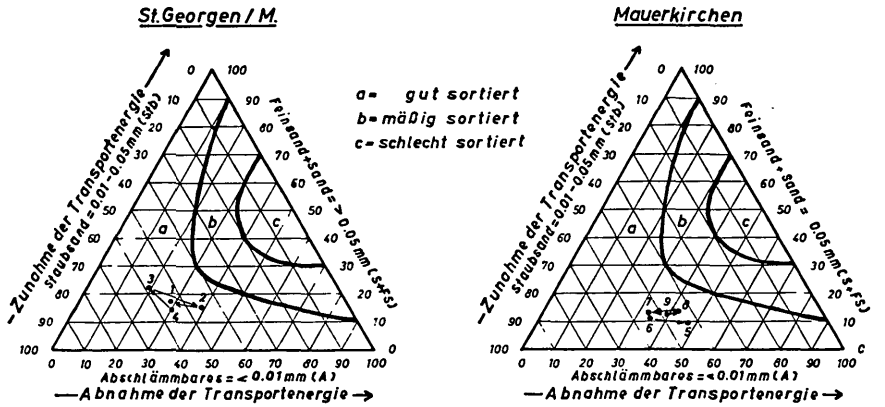
Diese Beziehung des Staubsandes zur Sand- und Feinsandfraktion einerseits und zum Abschlämbbaren andererseits, die bei einem äolischen Transport gar nicht aufscheinen kann, ist das Kriterium der fluviatilen Sedimentationsbedingungen, und bei schlechter Sortierung steigt das Abschlämbbare sogar mit zunehmendem Sandgehalt an. Bei gut sortiertem Material hingegen ist nur ein Maximum im Korngrößenaufbau vorhanden, das je nach den Sedimentationsbedingungen im Bereich einer bestimmten Fraktion liegt. Beim äolischen Transport jedoch ist eine solche schlechte Sortierung unmöglich, da die Sinkgeschwindigkeiten der Körner bedeutend größer und der Austausch im allgemeinen geringer ist (1). Der Einfluß der fluviatilen Strömung auf die Körnung kann auch mittels Texturdreieck dargestellt werden, wobei die Beziehung der Korngrößen, Sand- und Feinsand (0,05 mm), Staubsand (0,05–0,01 mm) und Abschlämbbares (0,01 mm), zur Transportenergie veranschaulicht wird. Außerdem ist in dieser Darstellung auch der jeweilige Sortierungsgrad aufgezeigt, indem halbkreisförmig die Abgrenzungen zwischen der größten und kleinsten Korngrößenfraktion gezogen werden, wodurch ihr Mischungsverhältnis graphisch dargestellt und ein rascher Überblick über die Sedimentationsbedingungen ermöglicht wird. (Abb. 2)

Indem die Korngröße bei den Transport- und Sedimentationsbedingungen eine sehr große Rolle spielt, erhält sie bei den Schwermineralen (14) wegen des höheren spezifischen Gewichtes eine noch größere Bedeutung. Leider ist der Schwermineralgehalt der Sandfraktion oft zu gering, um weitreichende Schlüsse zu ziehen, so daß es notwendig wird, das Mittel der Sand- und Feinsandfraktionen zu berechnen.

Da aber die beiden Fraktionen, wie es bereits ersichtlich war, unter ähnlichen Sedimentationsbedingungen, d. h. nur bei Abnahme der Transportenergie abgelagert wurden, können auch ihre Schwerminerale ohne Bedenken vereinigt und aus diesem Mittel die Transport- und Sedimentationsgeschehnisse festgestellt werden.

Bei den Schwermineralspektren der untersuchten Proben wurden dem

Korngrößendarstellung der Profile



Probe Nr.	Charakteristik	S+FS %	Stb %	A %	Anm.
1	nicht vergl. Lehm	18.2	55.6	26.2	
2	nicht vergl. Lehm	15.2	46.4	38.4	
3	mäßig vergl. Löss	20.6	59.2	20.2	Diskontinuität
4	vergleyter Löss	14.4	55.4	30.2	

Probe Nr.	Charakteristik	S+FS %	Stb %	A %	Anm.
5	mäßig vergl. Lehm	9.6	44.2	46.2	gleichzeitige Sedimentation
6	mäßig vergl. Lehm	11.6	53.8	34.6	
7	mäßig vergl. Lehm	12.2	54.6	33.2	
8	vergleyter Lehm	14.0	44.6	41.4	
9	vergleyter Lehm	11.8	49.0	39.2	

Abb. 2

Gehalt an opaken Körnern die Granate und die restlichen Schwerminerale gegenübergestellt und außerdem auch der Anteil der Zirkone und Epidote beurteilt und ihre Beziehungen zu den fluviatilen Transport- und Sedimentationsbedingungen untersucht.

Als mittleres spezifisches Gewicht dieser ausgeschiedenen Gruppen können folgende abgerundete Werte angenommen werden:

1. Opake Körner, zum größten Teil Magnetit und etwas Hämatit sowie Fe-Konkretionen; mittleres spezifisches Gewicht $5,0 \text{ g/cm}^3$
2. Granate; mittleres spezifisches Gewicht $4,0 \text{ g/cm}^3$
3. Restliche Schwerminerale; in dieser Gruppe sind als Hauptanteil Zirkon und Epidot vereinigt, die jedoch ein unterschiedliches spezifisches Gewicht haben. Da dieses bei den Zirkonen um $4,5 \text{ g/cm}^3$ und bei den Epidoten um $3,5 \text{ g/cm}^3$ liegt, kann als mittleres spezifisches Gewicht dieser Gruppe ebenfalls $4,0 \text{ g/cm}^3$ wie bei den Granaten angenommen werden.

Die Strömungsenergie kann vor allem nach ihrer Wirkung auf die Sedimentation der opaken Körner beurteilt werden, indem eine Abnahme der

Strömungsgeschwindigkeit im allgemeinen eine sofortige Zunahme dieser Schwerminerale im Sediment bedingt.

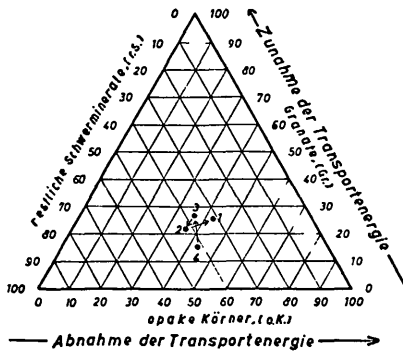
Bei den beiden anderen Gruppen ist eine Auslesewirkung durch die Strömungsgeschwindigkeit weniger prägnant, doch führt eine Strömungszunahme indirekt, infolge Verringerung der opaken Körner, im weiteren Verlauf zu einer Zunahme der Granate und der anderen Schwerminerale im gesamten Schwermineralspektrum.

Ein zunehmender Gehalt an durchsichtigen Schwermineralen ist daher bei gleichem Einzugsgebiet nur eine Folge der Transportauslese, indem die opaken Körner bei Strömungsabnahme wegen ihres höheren spezifischen Gewichtes bedeutend rascher sedimentieren als die anderen Schwerminerale, wodurch eine Verschiebung des Verhältnisses zuungunsten der opaken Körner eintritt.

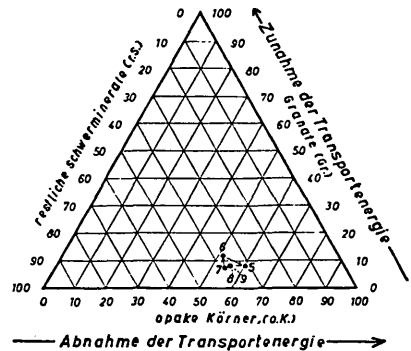
Die Sedimentation bedingt sodann auch bei größerer Strömungsenergie eine Vermehrung der sedimentierten Granate gegenüber dem Anteil der opaken Körner, indem die spezifisch leichteren Körner im Gesamtspektrum stärker zunehmen. Da ihre Anzahl infolge des Ausfalles der schwereren Körner ständig wächst, treten Granate und opake Körner antagonistisch auf. Dadurch herrscht zwischen diesen beiden Schwermineralen ein ähn-

Darstellung der Schwerminerale der Profile

St. Georgen / M.



Mauerkirchen



Probe Nr.	Charakteristik	o.K. %	Gr. %	r.S. %	Anm.
1	nicht vergl. Lehm	42	27	31	mehr Zirkon als Epidot,
2	nicht vergl. Lehm	36	22	42	Diskontinuität mehr Epidot als Zirkon,
3	mäßig vergl. Löß	36	27	37	
4	vergleyter Löß	42	17	41	

Probe Nr.	Charakteristik	o.K. %	Gr. %	r.S. %	Anm.
5	mäßig vergl. Lehm	62	8	30	} mehr Epidot als Zirkon,
6	mäßig vergl. Lehm	51	11	38	
7	mäßig vergl. Lehm	56	9	35	
8	vergleyter Lehm	55	6	39	
9	vergleyter Lehm	55	7	38	

Abb. 3

liches Verhältnis wie zwischen Staubsand und Abschlämbbarem, denn bei Strömungsverminderung muß außer dem spezifisch schweren Korn auch das kleinste Korn sedimentieren; bei etwas stärkerer Strömung jedoch können auch größere Körner (Sand- und Feinsand) mit den spezifisch leichteren Körnern absinken. Dieser letzte Fall tritt in den Auegebieten ein, wenn die Hochwässer das Flußbett verlassen und sich mit abnehmender Strömungsenergie ausbreiten.

Diese Beziehungen der Schwerminerale zur Transportenergie können ebenfalls in einer Dreiecksdarstellung aufgezeigt und mit den Veränderungen der Korngrößenzusammensetzung verglichen werden (siehe Abb. 3).

1. Die Korngrößenzusammensetzung als Ergebnis der Transportauslese

a) Das Hochterrassenprofil St. Georgen a. d. Mattig

Der Schotterkörper der Hochterrasse wurde in der letzten Kaltzeit wieder von dem infolge des Gletschervorstoßes akkumulierenden Inn überflutet, wobei mit zunehmender Schotterakkumulation im Flußbett das Grundwasser anstieg. Die jetzt durch Landhebung seither höhergeschaltete Hochterrassenfläche war damals das überschwemmte Auegebiet des Inn und in diesem strömungsschwachen Bereich kamen gut sortierte, feinkörnig-sammittische Innsedimente (Löß, als erosiv aufgearbeitetes Material des tertiären Untergrundes, vermengt mit abgetragendem Lehmmaterial) zur Ablagerung.

Mit zunehmendem Gletschervorstoß bzw. beim Gletscherhalt nahm die Lehmkomponente ab und die Löß- sowie die Sand- und Feinsandkomponenten zu, da sich infolge fortschreitender Akkumulation die Strömungsenergie verstärkte.

Mit beginnendem Gletscherrückzug begann sich der Inn einzutiefen, worauf die Mattig den aufgelassenen Auebereich überflutete und ihre Sedimente infolge des Rückstaus ihrer Hochwässer ablagerte.

Damit vollzog sich sowohl ein Wechsel des Einzugsgebietes als auch des abgelagerten Materials, das zwar Korngrößenmäßig dem Löß ähnlich, aber in seinen chemischen und mineralogischen Eigenschaften verschieden ist. So entstand eine sedimentologische Diskontinuität, die makroskopisch und mikroskopisch deutlich sichtbar ist. In diesem Bereich des damaligen Auegebietes vollzog sich bei geringer Strömung die Sedimentation der Schwebstoffe der Mattig, deren Hochwasser von dem des Inn zurückgestaut wurde. (Abb. 2)

Somit zeigt das Hochterrassenprofil bei St. Georgen mit dem Umschwung von Löß und Lehm auch eine Abnahme der Strömungsgeschwin-

digkeit und einen Wechsel des Einzugsgebietes auf, wobei diese Veränderung durch das Gletschergeschehen ausgelöst wurden. Als Folge der verringerten Strömungsgeschwindigkeit ist eine andere Körnung im Sediment, aber als Folge der Veränderung des Einzugsgebietes die Sedimentation eines andersgearteten Materials zu verzeichnen. Im ersten Fall wäre bei starkem Körnungsunterschied nur eine Schichtung zu erkennen, im zweiten Fall jedoch tritt eine sedimentologische Diskontinuität ein.

b) Das Deckenschotterprofil Mauerkirchen

Dieses Profil zeigt nur geringe Schwankungen in der Körnung und somit auch in der Strömungsgeschwindigkeit auf, wobei in den obersten Schichten eine Abnahme beim Fein- und Staubsand erfolgt, wodurch die abschlämmbare Fraktion zunimmt; doch könnte diese Veränderung eventuell auch auf solifluidalen Einfluß beruhen. Diese Korngrößenzusammensetzung kann entweder durch Abnahme der Strömung oder durch solifluidalen Einfluß bedingt sein.

Die erhebliche Zunahme des Abschlämmbaren in den untersten Horizonten, verbunden mit einer Abnahme des Staubsandes, weist auf eine sehr schwache Strömungsgeschwindigkeit bei der Sedimentation an der Profilbasis hin.

2. Der Schwermineralgehalt als Ergebnis der Transportauslese

a) Das Hochterrassenprofil St. Georgen a. d. Mattig

Mit Abnahme der opaken Körner von 42 % auf 36 % mit zunehmender Lößakkumulation und die entsprechende Zunahme der Granate von 17 % auf 27 % läßt auf eine größere Strömungsgeschwindigkeit schließen und ist gleichsinnig mit der Zunahme der Transportenergie im Korngrößendreieck, wonach weniger Abschlämmbares und mehr Feinsand und Staubsand abgelagert wurde.

Die Diskontinuität zwischen liegendem Löß und hangendem Lehm wird beim Schwermineralbestand durch die Abnahme des Granatgehaltes und eine gleichwertige Zunahme der restlichen Schwerminerale, besonders der Zirkone belegt.

Da diese aus einem anderen Einzugsgebiet kommen und ein etwas höheres spezifisches Gewicht als die Granate besitzen, zeigt ihre Sedimentation außer dem Wechsel des Anlieferungsgebietes auch eine Abnahme der Strömungsgeschwindigkeit an, was ebenfalls mit der Zunahme des Abschlämmbaren beim Korngrößenaufbau konform geht. (Siehe Abb. 2 und 3)

Im obersten Horizont, der infolge zunehmender Akkumulation eine gewisse Zunahme der Strömungsgeschwindigkeit bzw. der Turbulenz aufweist, wurden um 6 % mehr opake Körner und um 5 % mehr Granate abgelagert, so daß der vorhandene Antagonismus zwischen den beiden Schwermineralen durch die Turbulenz aufgehoben wird.

Damit zeigt auch der Schwermineralbestand der einzelnen Horizonte sowie die Korngrößenzusammensetzung eine sehr gute Übereinstimmung mit den veränderten Strömungsbedingungen und kann aus der unterschiedlichen Materialzufuhr durch Strömungsauslese erklärt werden.

b) Das Deckenschotterprofil Mauerkirchen

Der Schwermineralgehalt dieses Aufschlusses ist besonders reich an opaken Körnern (zwischen 51 % und 62 %) und sehr arm an Granaten (zwischen 6 % und 11 %), so daß die Strömungsunterschiede an dem veränderten Anteil der opaken Körner erkennbar sind.

Da die untersten drei Horizonte keine wesentlichen Unterschiede im Schwermineralbestand aufweisen, ist auch hier, ebenso wie bei der Körnung, keine bedeutende Veränderung der Strömungsenergie ersichtlich.

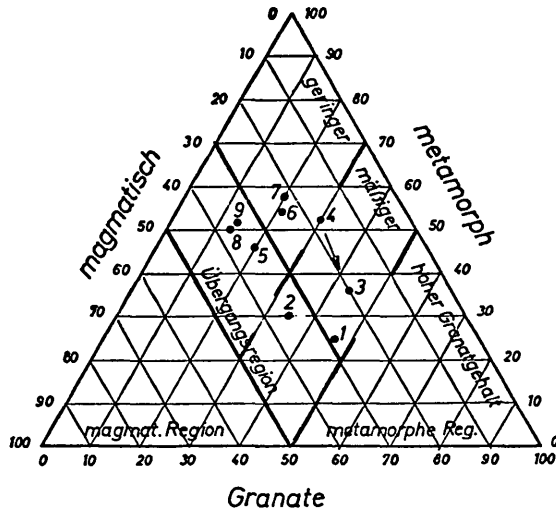
Der oberste Horizont hingegen zeigt gegenüber dem liegenden eine Zunahme der opaken Körner um 9 % auf, die durch Verringerung der Strömungsgeschwindigkeit bedingt ist, wodurch auch der Anteil an Abschlämmbarem zugenommen hat, so daß auch in diesem Profil aus dem angelieferten Material die Auslese der Schwerminerale durch die Strömung sichtbar wird.

3. Charakterisierung der Profile mittels durchsichtiger Schwerminerale

Da nach C. H. EDELMANN (1938) die Sedimente stets einen Zusammenhang mit ihrem Einzugsgebiet aufweisen und der tertiäre Schlier besonders granatreich ist (WOLETZ, 1954), können die durchsichtigen Schwerminerale zur Charakterisierung der Profile herangezogen werden. Um eine Dreiecksdarstellung zu ermöglichen, wurden die Minerale der magmatischen (Zirkon, Tumulit, Apatit, Rutil, Monazit) und die der metamorphen Abfolge (Epidot, Andalusit, Disthen, Hornblende, Augit, Staurolith) zusammengefaßt und den Granaten gegenübergestellt (siehe Textabb. 4).

Im Deckenschotterprofil Mauerkirchen haben die altquartären Deckschichten nur einen geringen Granatgehalt und sind auch nach ihrem sonstigen Bestand an durchsichtigen Schwermineralen teilweise der metamorphen

**Dreiecksdarstellung der durchsichtigen Schwerminerale
der Profile
St. Georgen/M. und Mauerkirchen**



		Probe Nr.:	Tiefe m	Charakteristik	Granat %	magmat. %	metam. %	Anmerkung
Hochterasse St. Georgen/M.		1	0,40	nicht vergl. Lehm	47	29	24	
		2	0,80	nicht vergl. Lehm	35	35	30	
		3	1,50	mäßig vergl. Löß	44	20	36	→ Diskontinuität
		4	4,00	vergleyter Löß	30	18	52	
Deckenschotter Mauerkirchen		5	0,40	mäßig vergl. Lehm	20	33	47	
		6	0,80	mäßig vergl. Lehm	22	25	53	
		7	3,00	mäßig vergl. Lehm	20	21	59	
		8	4,50	vergleyter Lehm	13	37	50	
		9	6,50	vergleyter Lehm	16	33	51	

Abb. 4

Region (vergleyter Basislehm und oberster Horizont) und teilweise der Übergangsregion zugeordnet, wodurch eine starke Beeinflussung durch das Flyschmaterial bzw. durch das Tertiär des Kobernaußer Waldes aufgezeigt wird.

Mit den Sedimenten der Hochterrasse von St. Georgen a. d. M. ist eine Ähnlichkeit nur bei vergleyten Basislöß gegeben, wodurch die Umlagerung älterer Bodenbildungen aus diesem periglazialen Raume mit dem Vorrücken des Gletschers bewiesen ist. Der mäßig vergleyte Löß und die nicht vergleyte Lehmauflage haben bereits einen bedeutend höheren Granatgehalt, da sie aufgearbeitetes Schliermaterial des tertiären Untergrundes beinhalten.

D. Schlußfolgerungen

Das Hochterrassenprofil bei St. Georgen a. d. Mattig zeigt eine ähnliche Diskontinuität zwischen Lehm und Löß wie die Traunhochterrasse des Harter Plateaus bei Linz.

Die unterschiedlichen Ergebnisse der physikalischen, chemischen und schwermineralogischen Analysen sowie die scharfe Trennlinie zwischen Lehm und Löß, die auch im Dünnschliff deutlich erkennbar ist, weisen darauf hin, daß der Lehm über den Löß nach dessen Sedimentation abgelagert wurde, aber nicht aus ihm entstanden ist.

Diese Hochterrasse lag zur Zeit der Lößakkumulation durch den Inn noch in dessen Aubereich (Ferntransport), und nach der Lößsedimentation wurde infolge des Rückzuges der Gletscher der Lehm durch die Mattig abgelagert (Nahtransport). Die Diskontinuität zeigt somit einen Wechsel des Substrates an, indem bei beginnender Eintiefung des Inn infolge Gletscherrückganges die Auflächen von ihm nicht mehr überflutet, sondern von den Schwebstoffen der Mattig-Hochwässer bedeckt wurden.

Die Mattig sedimentierte den abgetragenen Lehm der höheren Landschaftseinheiten über den Löß, und dieser Wechsel des Einzugsgebietes ist an allen Analyseergebnissen erkennbar. Somit zeigt die Hochterrasse des Inn die gleichen Erscheinungen wie die Traunhochterrasse bei Linz auf, so daß bei gleichen Voraussetzungen und Bedingungen sich die gleichen Akkumulationsvorgänge und Bodenbildungen vollzogen. Denn beim beginnenden Rückzug der Gletscher findet nach C. TROLL (15) eine Umstellung von der Akkumulation zur Tiefenerosion statt, da die Flüsse zwar eine große Wassermenge infolge der Eisschmelze, aber nur eine geringe Geschiebefracht führen.

Von diesem Zeitpunkt an verwenden die Nebengerinne die aufgelassenen Flußarme und lagern bei Hochwasser im Augebiet ihre Sedimente ab.

Dadurch erfolgt eine Überlagerung des Lösses durch den Lehm, so daß eine scharfe Trennlinie zwischen den beiden Substraten, d. h. eine sedimentologische Diskontinuität infolge Wechsels des Einzugsgebietes entsteht.

Diese Veränderung in den Sedimentationsbedingungen scheint im Korngrößenbild in der Abnahme des Staubsandes und Zunahme des Abschlämbaren deutlich auf, woraus auf eine geringere Strömungsenergie bei der Lehmablagerung im Vergleich zu jener bei der Lösssedimentation geschlossen werden kann.

Andererseits erfolgte mit zunehmender Akkumulationshöhe, wodurch die Auflächen in einen strömungsschwächeren Bereich kamen, eine bessere Sortierung des Materials, die ebenfalls im Korngrößenbild als Zunahme des Staubsandes und Abnahme des Abschlämbaren ersichtlich ist (7).

Bei St. Georgen wurde der stark vergleyte Löß des Untergrundes noch im Bereich des steigenden Grundwasserspiegels der damaligen Austufe sedimentiert, und die kleinen, bereits undeutlichen Rost- und Gleyflecken des Lösses bei 1,50 m Tiefe weisen ebenfalls auf eine Audynamik des Ablagerungsgebietes hin, denn auch bei den rezenten Auböden tritt oberhalb des Grundwasserstandes zumeist noch eine schwache Fleckung im abgelagerten Substrat auf.

Leider wurden bisher solche Gley- und Rostflecken bei den Profilaufnahmen zu wenig berücksichtigt, wodurch ein völlig falsches Bild der Aufschlüsse wiedergegeben wurde.

Da sowohl der Inn als auch die Mattig bereits im tertiären Schlier eingetieft sind, ist ein entsprechender Granatgehalt in den Ablagerungen beider Flüsse vorhanden, so daß der Schwermineralbestand auf dieser Hochterrasse kein deutliches Abbild der unterschiedlichen Sedimentation liefert. Andererseits weist die starke Abnahme der Zirkone sowie die Zunahme der Epidote auf ein anderes Einzugsgebiet des liegenden Lösses gegenüber dem hangenden Lehm hin, wobei der letztere ein ähnliches Schwermineralspektrum wie der Lehm des Deckenschotterprofils bei Mauerkirchen hat.

Die Verwitterungsintensität des Lehmes entspricht auf der Hochterrasse bei St. Georgen ungefähr jener am Harter Plateau (2), wodurch auch die Gleichaltrigkeit beider Lehmablagerungen durch ihre Bodenbildung aufgezeigt wird. Die größere Jahresniederschlagsmenge dieses Raumes – ungefähr 1000 mm gegenüber 800 mm bei Linz – hat jedoch eine etwas stärkere Schlierenbildung bewirkt. Daher sind besonders im Unterboden bei 0,80 m Tiefe zahlreiche, stark doppelbrechende Schlieren vorhanden, und aus dem höheren T-Wert dieses Horizontes kann auch geschlossen werden, daß eine stärkere Tonverlagerung stattgefunden hat. Im Deckenschotterprofil bei Mauerkirchen liegt zur Gänze ein Lehm vor, der von der Mattig abgelagert wurde. Die geringen Unterschiede im Chemismus und im Mineralbestand innerhalb des Aufschlusses weisen auf eine Ablage-

rung eines ziemlich einheitlichen Materials aus einem gleichbleibenden Einzugsgebiet hin, und im Korngrößenbild scheinen auch nur geringe Schwankungen der Sedimentationsbedingungen auf.

Da das Einzugsgebiet der Mattig in der Flyschzone und im Kobernaußer Wald liegt, wurde teilweise auch verwittertes Bodenmaterial aus diesen Bereichen zusammen mit umgelagertem Moränenmaterial des Salzach- und Traungletschers, die ihre Seebecken (Irrsee, Wallersee und Trumersee) in der Flyschzone ausschürften, sedimentiert, so daß sehr feinkörnige, kalkarme Lehme vorliegen.

Diese Lehmlagerung fand im ehemaligen, altpleistozänen Auegebiet der Mattig statt, die weiter im Norden in den Inn mündete, so daß dieser mit seinen Sedimenten keinen Einfluß auf die Sedimentation des Deckenschotterprofils bei Mauerkirchen nehmen konnte.

Da die altquartären Deckschichten vom miozänen Schlieruntergrund des Kobernaußer Waldes nur wenig beeinflusst wurden, ist auch die Granatkomponente der Lehmlagerung gering. Daher ist der Granatgehalt des Deckenschotterlehmes bei Mauerkirchen bedeutend kleiner als im Hochterrassenlehm bei St. Georgen, da im Jungpleistozän die Mattig sich bereits stark im granatreichen Schlier eingetieft hat.

Das Deckenschotterprofil von Mauerkirchen wurde im Zuge der allgemeinen Landhebung seit seiner Akkumulation auf das jetzige Terrassenniveau gebracht, wodurch sich die Mattig entsprechend dem Absinken ihrer Erosionsbasis eintiefen mußte.

Aus dem abgelagerten Lehm wurde durch Verwitterung eine tagwasservergleyte Braunerde, die im Untergrund stark rost- und gleyfleckig ist. Aber die starke Vergleyung dieser tiefliegenden Horizonte ist zum Großteil eine Relikterscheinung der Ablagerungszeit, als infolge starker Akkumulation die untersten Lehmschichten in den Bereich des schwankenden Grundwassers kamen. Andererseits ist die tiefgründige, lang andauernde Verwitterung auch an den geologischen Orgeln der liegenden Schotter erkennbar, in die das hangende Lehmmaterial absackte.

Somit unterscheiden sich die Lehme von St. Georgen und Mauerkirchen, obwohl sie in ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften sehr ähnlich sind, einerseits durch ihr Schwermineralspektrum, indem der Hochterrassenlehm bedeutend granatreicher ist als der Deckenschotterlehm, und andererseits durch ihre Verwitterungsintensität. Denn infolge Verwitterung des abgelagerten Materials ist, entsprechend der seit der Ablagerung verstrichenen Zeit, die Bodenbildung des Deckenschotterlehmes bedeutend weiter fortgeschritten als im Hochterrassenlehm. Bodentypologisch liegt am Deckenschotterniveau eine tagwasservergleyte Braunerde vor, die in der letzten Kaltzeit auch etwas solifluidal beeinflusst wurde, während auf der Hochterrasse eine Parabraunerde vorhanden ist.

Die bedeutend intensivere Bodenentwicklung des Deckenschotterlehmes prägt sich auch mikromorphologisch in der starken Zunahme der kolloidalen Bindesubstanz aus, die sich zu dunklen, nicht doppelbrechenden Konkretionen zusammenballt.

Die großen Unterschiede im Schwermineralbestand und in der Bodenentwicklung zwischen der Hochterrasse und dem Deckenschotterniveau beweisen, daß der Deckenschotterlehm weder aus einem letztkaltzeitlichen noch aus einem älteren Löß entstanden ist, sondern eine altpleistozäne, fluviatile Lehmablagerung war, die sich zu einer tagwasservergleyten Braunerde entwickelte.

Die vorliegenden Untersuchungen zeigen ebenso die fluviatile Entstehung des Lösses im Inn- bzw. Mattigtal sowie die Landhebung dieses Gebietes, wie dies auch bereits im Linzer Raum, JANIK 1967 (7) und 1969 (8), dargestellt wurde. Damit erhält das eiszeitliche Geschehen eine völlig andere Auslegung als dies bisher üblich war (3, 12, 17, 18).

E. Zusammenfassung

Physikalische, chemische, mineralogische und mikromorphologische Untersuchungen der eiszeitlichen Profile von der Hochterrasse bei St. Georgen a. d. Mattig und vom Deckenschotter bei Mauerkirchen ergaben folgende Ergebnisse:

1. Der Lehm der Hochterrasse von St. Georgen a. d. Mattig (Parabraunerde) ist nicht aus dem liegenden Löß entstanden, sondern wurde nach dessen Sedimentation (Ferntransport) über ihn akkumuliert (Nahtransport).
2. Die Bodenbildung des Deckenschotters bei Mauerkirchen ist bedeutend weiter fortgeschritten und daher wesentlich älter als die der Hochterrasse bei St. Georgen a. d. Mattig.
3. Der Lehm des Deckenschotterprofils in Mauerkirchen besteht zum Großteil aus umgelagertem Flyschmaterial und aus Bodensedimenten und hat sich nicht aus Löß (d. h. aus kalkreichem Schluff) entwickelt.
4. Beide Profile können bei Berücksichtigung der erfolgten Landhebung nur durch fluviatile Akkumulation erklärt werden.

F. Schlußbemerkung

Die Erforschung des Eiszeitalters einschließlich der Lößfrage ist nicht nur ein klimatisches Problem, sondern erfordert zu ihrer Lösung die Mitwirkung verschiedener Wissenszweige, wobei besonders der Bodenkunde und Landschaftsmorphologie sehr große Bedeutung zukommt.

Da nun alle Sedimente, die einen hohen Schluffgehalt aufweisen, als Löß oder Lößlehm (Staublehm), hervorgegangen aus äolischem Material, bezeichnet werden, ergibt sich nach der derzeitigen Lehrmeinung für den Löß eine nur auf Gutdüngen gestützte, ungeheure Verbreitung, wobei man willkürlich Windeinflüsse aus allen Himmelsrichtungen, oft sogar aus entgegengesetzten, sich aufhebenden Seiten annahm.

Obwohl L. Kölbl (10) schon 1931 die Unterschiede der Strömungs- und Sinkgeschwindigkeit im aquatischen und äolischen Medium aufzeigte und das Verhalten der Korngröße 0,05–0,02 mm Durchmesser, die den Hauptbestand des Lößes bildet, bei Wasser- und Windtransport charakterisierte, wurden diese Ergebnisse nicht weiter beachtet. Der hohe Schluffgehalt gilt auch heute noch als Merkmal des Windtransportes, obzwar gerade er in Verbindung mit dem vorhandenen Feinsand und Ton ein Kennzeichen der fluviatilen Sortierung und eine Ablagerung im strömungsschwachen Hochwassergebiet ist, wie dies in jedem Buch der Hydraulik bestätigt wird.

Bei dieser einfachen äolischen Deutung der Lößentstehung ist weder landschaftsmorphologisch die Höhenlage, noch pedologisch die Bodenentwicklung berücksichtigt: schluffreiche, kalkfreie, pliozäne Lehme kleiner Gerinne, die fluviatil abgelagert und infolge Landhebung höhergeschaltet wurden, sind ebenso als Löße eingestuft wie kalkreiches Material auf den eiszeitlichen Terrassen großer Ströme. Die äolische Lößtheorie kann daher weder die Entstehung noch die Entwicklung der Landschaften und der Böden richtig erklären, da sie Tektonik und Pedologie vernachlässigt.

Demgegenüber ist bei Berücksichtigung der bodenkundlichen und epigen-tektonischen Gesetzmäßigkeiten sowohl die Landschaftsgestaltung als auch das Lößproblem eindeutig geklärt, indem auf den höhergelegenen Verebnungen sich ältere Böden vorfinden, deren Substrat und Bodenentwicklung mit dem Hochterrassenlöß nicht ident ist. Doch sind zur Lösung dieser Fragen, wie dies aus vorliegenden Untersuchungen ersichtlich ist, außer genauen Feldbeobachtungen auch mannigfaltige Analysen notwendig.

Die fluviatile Entstehung des Lößes steht in keinem Widerspruch zur Paläontologie, da die Lößfauna, wie *Helix hispida*, *Pupilla muscorum*, *Succinea oblonge* u. a., als Aubewohner selbstverständlich Landschnecken waren, die nach R. Sieber (21) teilweise auch auf feuchten Standorten lebten.

Literatur

- 1 Bl ank, E., Handbuch der Bodenlehre. Bd. I, Springer, Berlin 1929.
- 2 Bl üm el, F., V. Janik u. H. Schiller: Die Mikromorphologie und der Kolloidenzustand unterschiedlicher Bodentypen. Landw.-chem. BVA Linz, Festschrift LX 4.
- 3 Br üc k n e r, E., Die Vergletscherung des Salzachgebietes. Penck's Geogr. Abh. Bd. I/1, Wien, Hölzl, 1886.
- 4 E d e l m a n n, C. H., Ergebnisse der sedimentpetrographischen Forschung in den Niederlanden und den angrenzenden Gebieten. 1932-1937, Geol. Rundschau, Bd. 29/1938.
- 5 J a n i k, V., Die Bodenentwicklung auf der Hochterrasse der Traun bei Linz. Naturkd. Jahrb. der Stadt Linz 1965.
- 6 -, Sedimentpetrographische Untersuchungen verschiedener Lößprofile von Oberösterreich. Unveröff. Diss. phil. Fak. Univ. Wien 1966.
- 7 -, Die Genetik der Sedimente auf der Traunhochterrasse bei Linz. Naturkd. Jahrb. der Stadt Linz 1967.
- 8 -, Die Linzer Lößprofile in pedologischer und epirogenetektischer Sicht. Naturkd. Jahrb. der Stadt Linz 1969.
- 9 K ö l b l, L., Studien über den Löß. Mitt. Geol. Ges. Wien, Bd. 23, Wien 1930
- 10 -, Über die Aufbereitung fluviatiler und äolischer Sedimente. Min. Petr. Mitt. Wien, Bd. 41/4, 1931, (129-144).
- 11 K u b i e n a, W., Wesen, Ziele und Anwendungsgebiete der mikromorphologischen Bodenforschung. Zt. f. Pflanzenern., Düngung, Bodenk., Weinheim, Bd. 97/3, 1962.
- 12 P e n c k, A. und E. Brückner, Die Alpen im Eiszeitalter. H. Tauchnitz, Leipzig 1909.
- 13 R o s e n a u e r, F., Wasser und Gewässer in Oberösterreich. OÖ. Landesverlag Wels 1948.
- 14 S c h ö n h a l s, E., Gesetzmäßigkeiten im Feinaufbau von Talsandlössen mit Bemerkung über die Entstehung des Lösses. Eiszeitalter und Gegenwart, Bd. 3, Öhringen 1953.
- 15 T r o l l, C., Die jungglazialen Schotterfluren im Umkreis der deutschen Alpen. Forsch. z. deutsch. Landes- und Volkskunde XXIV, Stuttgart 1926.
- 16 W e i n b e r g e r, L., Gliederung der Altmoränen des Salzach-Gletschers östlich der Salzach. Zt. f. Gl. Kunde u. gl. geol. I/2, Innsbruck 1950.
- 17 -, Die glazifluviatilen Schotter bei Mauerkirchen und deren Löss. Geologica Bavaria Nr. 9, München 1953.
- 18 -, Exkursion durch das österr. Salzachgletschergebiet; aus Beiträge zur Pleistozänforschung in Österreich. Verh. d. Geol. BA Wien, Sonderheft D, 1955.
- 19 W o l e t z, G., Schwermineralanalysen in Gesteinen von Helvetikum, Flysch und Gosau. Verh. Geol. BA, Wien 1954.
- 20 -, Die Schwermineralanalysen als Hilfsmittel bei Prospektion und Stratigraphie. Verh. Geol. BA, Wien 1958.
- 21 S i e b e r, R., Fossilführung und Molluskenfauna Österreichs. Österreichische Akademie der Wissenschaften Wien, Math. naturwissenschaftliche Mitteilungen, Jg. 1956/5.