

JÁN ŠAJGALÍK\*

## DIE LÖßABLAGERUNGEN DES VÁH-TALES

(Abb. 1 im Texte)

**Abstract.** Vorliegende Arbeit bringt die makroskopische Beschreibung und die Verbreitung der Löße des Váh- (Waag-) Tales, ferner wird die polygenetische Herkunft der Löß-Schichtenverbände erklärt, eine Übersicht über Kornzusammensetzung, Karbonate, Humusgehalt und petrographische Zusammensetzung gegeben und endlich die Stratigraphie der Löße behandelt.

Mit den Lößgebilden des Váh-Tales haben sich bereits viele Autoren beschäftigt. Hervorzuheben sind hauptsächlich die Arbeiten von V. Ambrož, V. Ložek, F. Prošek, J. Pelíšek, J. Kukla und J. Barta. Die genannten Autoren bearbeiteten und veröffentlichten mehrere bedeutendere Profile (wie Mnešice, Zamarovce, Morávaný u. ähnl.). Viele von diesen Profilen wurden ohne Kartierungsarbeiten und umfassende morphologische Beziehung zum ganzen Gebiet des Váh-Tales studiert, weshalb ich die bei meinen Geländearbeiten in diesem Gebiet gewonnenen Erkenntnisse über Charakter und Art der Lößablagerung hier wiedergeben will.

Von der ehemaligen mächtigen Lößdecke im Váh-Gebiet blieben heute nur unbedeutende Reste erhalten. Der Löß bedeckte nicht nur das Váh-Tal, aber auch die angrenzenden Talhänge. Er füllt hauptsächlich die Unebenheiten des älteren geologischen Untergrundes aus und nivelliert denselben.

Auf den verschiedenen Gesteinen des älteren geologischen Untergrundes bildet der Löß verschiedene Formen und Mächtigkeiten je nach der Gliederung des Reliefs. Am meisten tritt im studierten Gebiet das vorquartäre Relief hervor, das sich auf den verhältnismäßig leicht verwitternden Gesteinen des Keupers, Rät, Paläogen und Neogen gebildet hat. Auf diesen Gesteinen entstanden die meisten Erosionsformen, die bei der Lößablagerung ausgefüllt wurden.

## Makroskopische Beschreibung und Morphologie

Die Lößdecke des studierten Gebietes ist nicht homogen. Diese Feststellung ergibt sich aus der uneinheitlichen Zusammensetzung der Lößprofile in den einzelnen Aufschlüssen. Es treten hier typische ungeschichtete Löß-Schichtenfolgen und dann wieder solche von veränderlicher Zusammensetzung und Morphologie auf.

Eines der Hauptmerkmale typischer Löß-Schichtenfolgen ist ihr ungeschichteter Charakter. Bei detaillierterem Studium zeigt es sich jedoch, daß der Mangel an Schichtung nur ein scheinbarer Ersteindruck ist. In Wirklichkeit kann man eine — in verschiedenem Grade hervortretende Schichtung beobachten. Diese kann primär oder sekundär sein. Die primäre Schichtung, die über die Veränderungen und Sedimentationsbedingungen des ursprünglichen Materials Aufschluß gibt, ist wenig hervortretend. Die sekundäre Schichtung entstand bei den Umlagerungsprozessen der Löße, oder entsteht noch heute als Folge der GrundwasserOberflächenschwankungen, Veränderungen der wässerigen Lösungen,

\* Dr. Ján Šajgalík C. Sc., Lehrstuhl für Baugründung, Geologie und Talsperren der Slowakischen technischen Hochschule, Bratislava, Tolstého 1.

durch Salzausscheidung u. ähnl. Außer der makroskopischen Schichtung (humshältige, oder durch Karbonate, Sulfate, Mangan- und Eisenschlieren angereicherte Horizonte, Wurmkanäle und deren Überreste u. ähnl.) zeichnen sich die Löße durch eine undeutliche Schichtung aus, wo es keine scharfen Grenzen gibt, aber eine Veränderung der Eigenschaften erkennbar ist; diese Veränderungen können nur im Laboratorium festgestellt werden. Die Löß-Schichtenfolgen sind gewöhnlich durch eine einheitliche Färbung mit verschiedenen Schattierungen gekennzeichnet. Im studierten Gebiet finden sich recht oft in der Schichtenfolge der Löße einzelne Lagen von Wehsanden (am meisten in der SW Umgebung von Velké Stankovce).

Die Löße veränderlicher Zusammensetzung enthalten eine große Menge anderen Materials, Schotter und Steingruß. Sie haben eine stark hervortretende Schichtung und bei ihrer Bildung spielten die Prozesse der Kongelifluktion eine große Rolle.

Dieses Nichtlößmaterial ist verschiedenen Charakters und veränderlicher granulometrischer Zusammensetzung. Zwischen Charakter und den das Material liefernden Muttergesteinen besteht eine lineare Abhängigkeit. Am häufigsten tritt es in Form von Schichten, Schichtchen, Linsen und Einlagen auf, oder ist es im ganzen Profil unregelmäßig verteilt. Es pflegt eckig-kantig, oder zu gewissem Grade abgerundet zu sein.

Aufschlüsse solcher „Kongelifluktionslöße“ finden sich am häufigsten auf der linken Seite des Flusses Váh, auf der Kante der Lößpseudoterrasse, aber auch anderswo.

Der eigenartige Charakter der Löß-Schichtenfolge bedingt die Entstehung verschiedener morphologischer Formen. Die ursprünglich einheitliche, monotone Lößdecke wurde unter dem Einfluß exogener Faktoren aufgegliedert, so daß heute in den Lößen verschiedene Erosionsformen erscheinen, die der Lößgegend ihren Charakter aufprägen.

Eine charakteristische Erosionsform der Löße sind tiefe Erosionsfurchen — Spülgräben in U-Form, die im studierten Gebiet am häufigsten vorkommen, und zwar dort, wo sich die Löß-Schichtenfolgen durch große Mächtigkeit auszeichnen.

Dort, wo die Löß-Schichtenfolgen geringmächtig sind und die anstehenden Gesteine den Eintiefungsprozessen größeren Widerstand leisten, bzw. wo nur Löß-Lehme vorkommen, hat der Spülgraben V-Form.

Außerdem gibt es auch eine kombinierte Grabenspülung. Im oberen Abschnitt hat der Graben V-Form, im unteren U-Form. Das trifft dann ein, wenn unter den widerstandsfähigeren Gesteinen weniger widerstandsfähige auftreten. Z. B. an der Oberfläche erscheinen Löß-Lehme in größerer Mächtigkeit und unter ihnen befinden sich die eigentlichen Löße.

Eine morphologisch hervortretende Form bilden die sufosen Erscheinungen. Sie haben die Form trichterförmiger Depressionen, in denen sich hauptsächlich im Winter Schnee ansammelt, der langsam schmilzt, das Wasser sickert in die Tiefe durch, wobei  $\text{CaCO}_3$  aufgeschwemmt wird. So entsteht langsam ein Einsturzgebiet und mit der Zeit eine augenfällige abflußlose Depression, die den Karst-Dolinen sehr ähnlich ist. Viel häufiger aber entsteht in den Lößen ein unterirdischer Kanal (wie z. B. westlich von Mnichova Lehota), der das Wasser aus dem Trichter ableitet und die Entstehung einer unterirdischen Erosion bedingt, deren Endstadium ebenfalls ein Erosionsgraben ist.



## Die Genese der Löß-Schichtenfolge

Über Entstehung und Herkunft der Váh-Löbe wurde auf Grund der Orientationsforschungen bereits an anderer Stelle kurz berichtet (J. Šajgalík, E. Martiny, B. Čížel 1961). Da der Genese der Karpatenlöbe bisher keine nähere Aufmerksamkeit gewidmet wurde, beschäftigte ich mich eingehender mit diesem Problem. Auf Grund morphoskopischer Methoden, petrographischer Studien und der granulometrischen Zusammensetzung (J. Šajgalík 1964) war ich bestrebt die Herkunft der Váh-Löbe zu erkunden. Die Ergebnisse dieser Studien zeigen, dass die Ansichten vieler Geologen, denen zufolge die Löbe monogenetisch (d. i. ausschließlich äolischer Herkunft) wären, unrichtig sind und bestätigen die polygenetische Herkunft der Löbe. Davon zeugen mehrere Tatsachen. Aus dem morphoskopischen Studium der einzelnen Minerale, hauptsächlich des Quarzes, ist ersichtlich, daß ein großer Teil des Lößmaterials keinen langen Transport durchgemacht hat. Im Gegenteil, es läßt sich feststellen, daß die Löbelemente auf sehr kurze Entfernungen, ohne sichtbare Transportwirkungen des Wassers oder des Windes verfrachtet wurden. Die Gesteine, die das Verwitterungsmaterial lieferten, waren nicht weit entfernt. Diese Ansicht wird auch durch die petrographischen Analysen des anstehenden Gesteins (Neogen) und der hangenden Löbe, bzw. Löß-Lehme bestätigt, wobei man eine vollkommene Übereinstimmung zwischen beiden genannten Faktoren, oder nur sehr geringe Unterschiede, beobachten kann (J. Šajgalík 1964). In den Lößprofilen erscheinen nicht selten auch eckig-kantige, wenig abgerundete, überhaupt nicht sortierte Bruchstücke der liegenden Muttergesteine, entweder zusammenhängendere Lagen bildend oder unregelmäßig im ganzen Profil verteilt. Natürlich kann man auch die Wirkung des Windes bei der Bildung der Váh-Löbe nicht ausschließen. Einen Beweis dafür liefern vor allem die sandigen Lagen in den Lößprofilen. Die Minerale dieser sandigen Lagen sind sehr gut abgerundet, ihre Oberfläche ist poliert, so daß sie Perlmutter- bis Mattglanz erhalten. Der Charakter ihres Mikroreliefs zeigt die typischen Merkmale äolischer Sedimente. Auch die petrographischen Analysen schließen die Transportwirkung des Windes nicht aus, da sich in den Lößprofilen Minerale der Neovulkanite (Hypersthen, Augit, Diopsid) und andere Minerale, die nur aus den Flutgebieten der Täler ausgeweht worden sein konnten, und zwar vorwiegend durch Winde westlicher Richtungen, befinden.

Alle erwähnten Beobachtungen bestätigen die polygenetische Herkunft der Löß-Schichtenfolgen.

### Kornzusammensetzung

Um eine allgemeine Übersicht über die Kornzusammensetzung der Löbe im studierten Gebiet zu erhalten, wurden wichtige Profile verarbeitet (Blockmeldeposten Búdy, Zem. Lieskové und Zamarovce) und ausserdem wurden auch einzelne Proben aus den übrigen Teilen des studierten Gebietes entnommen. Es zeigte sich, daß die Genese der Löbe auch einen wesentlichen Einfluß auf ihre Kornzusammensetzung ausübt. Das ist natürlich, weil die Arten des Materialtransports auch dessen granulometrische Zusammensetzung stark beeinflussen.

Im Grunde kann gesagt werden, daß in den Löben die größte perzentuelle Vertretung auf die Staubfraktion (Korndurchmesser von 0,05—0,005 mm) entfällt, und zwar von 36% (umgeschwemmte Sedimente) bis 75,2%. Der Durch-

schnittsgehalt an Staubfraktion ist also 56%. Die Sandfraktion ( $>0,05$  mm) ist im Intervall 14—51% vertreten. Am meisten Fraktion enthalten die Lehmsande, am wenigsten die Bodenkomplexe. Die Tonkomponente ( $<0,005$  mm) ist ebenfalls sehr variabel und schwankt zwischen 2,5 und 38%. Am tonhältigsten sind die Bodenkomplexe, und zwar vor allem die Lessivé.

Beim Studium der granulometrischen Zusammensetzung der einzelnen Profile war es möglich festzustellen, daß die gleichen stratigraphischen Horizonte nicht immer die gleiche Kornzusammensetzung haben müssen, was einerseits durch die Genese, andererseits durch die Art der Verwitterung des Muttergesteins, die Geländekonfiguration zur Sedimentationszeit, physikalisch-geographische Prozesse, durch die Unvollkommenheit der stratigraphischen Horizonte und endlich durch stratigraphische Lücken bedingt ist.

### Die Karbonatkomponente der Löße

Kalzium und Magnesium sind leicht bewegliche Elemente in den Lößen, wobei das Kalzium dominiert und immer von Magnesium begleitet wird. Der Eintritt beider Elemente in den Anreicherungskomplex ist durch neutrale oder schwach basische Reaktion der pH-Lösung bedingt. Letztere beeinflusst die Koagulation der Kolloide und die Bildung fester Aggregatstrukturen. Diese bilden mit  $\text{CO}_2$  Karbonatverbindungen, von denen die wichtigste  $\text{CaCO}_3$  ist, seltener entstehen  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  und  $\text{MgCO}_3$ .

Die Karbonate finden sich in den Lößen in verschiedenen Formen: klastogen, chemogen und auch organogen, als Schalenbruchstücke tierischer Organismen und auch in feinverteilter Zustand.

Die Beziehung zwischen primären und sekundären Karbonaten hängt von der Wirkungsdauer epigenetischer Prozesse, d. i. vom Alter der Gesteine, ab. Je älter das Gestein, umso mehr sekundärer Karbonate. Die gleiche Abhängigkeit gilt auch in bezug auf die Größe der Konkretionen, weil die ältesten Löße Konkretionen von Faustgröße, ja bis Kopfgröße, haben.

Den höchsten Karbonatgehalt erreichen gewöhnlich die Lößlagen, und zwar in ihren oberen Teilen. Hier kann er bis 24% erreichen und auch der Durchschnittsgehalt ist sehr hoch.

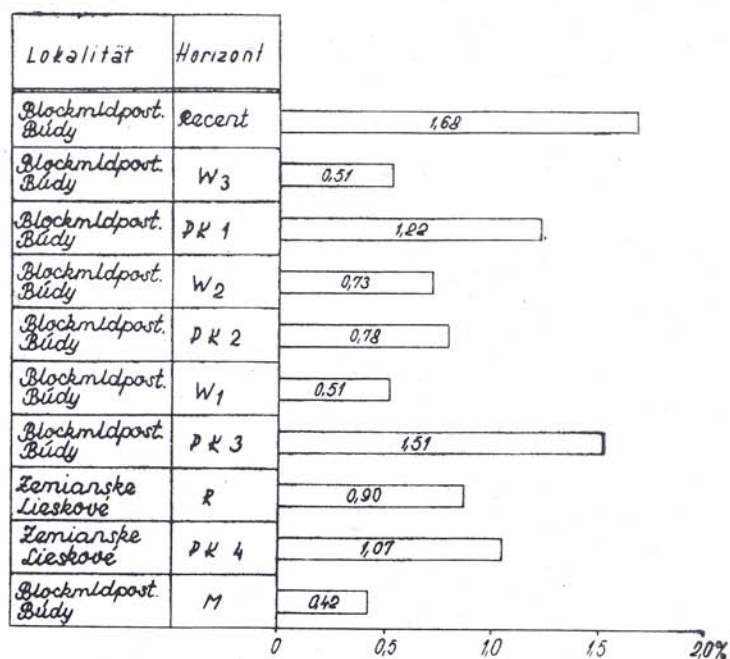
Während der Interstadiale und Interglaziale kommt es unter dem Einfluß pedogenetischer Prozesse zu einer starken Entkalkung der Löße und zur Entstehung von Lößlehm. An ihrer Basis sammeln sich gleichzeitig Kalk-Konkrete an. Die höchste Entkalkung weisen die interglazialen Bodenkomplexe auf, wo der  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt sich unter 1% bewegt. In den interstadialen Horizonten ist die Entkalkung geringer, was naturgemäß mit der Dauer der pedogenetischen Prozesse zusammenhängt. Am wenigsten entkalkt ist der interstadiale Bodenkomplex PK 1.

### Humusgehalt

Der Humusgehalt in den einzelnen Horizonten ist neben Kornzusammensetzung und  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt ein Anzeiger der klimatischen Verhältnisse der interstadialen und interglazialen Zeitabschnitte.

Den Humusgehalt stellte ich in den Lößprofilen Zemianské Lieskové, Zamarovce und Blockmeldeposten Búdy fest. Sein Maximalgehalt findet sich in der rezenten Braunerde, und zwar von 1,68—1,75%. Fast die gleiche Menge enthalten

## M I N I M A L



## M A X I M A L

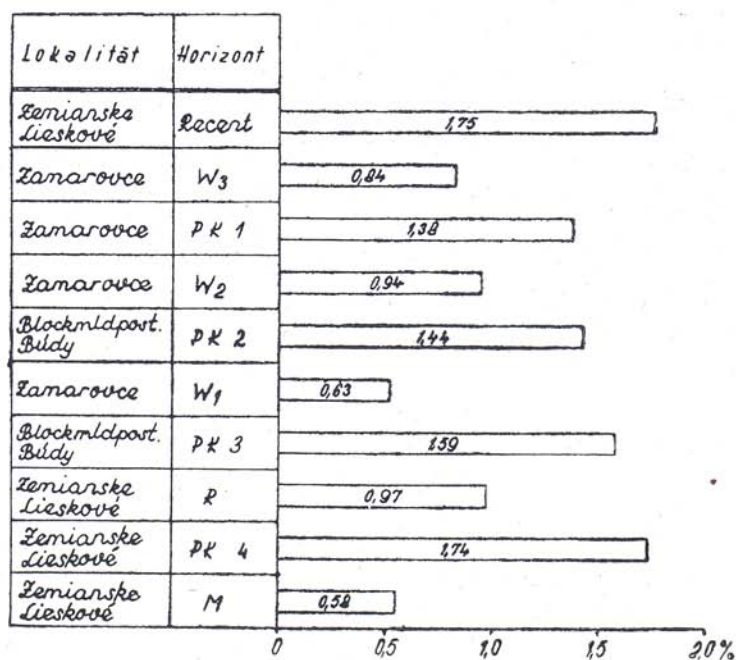


Abb. 1. Humusgehalt.



auch die Lößlehme PK IV. In diesem PK läßt sich eine gewisse Gesetzmäßigkeit im Humusgehalt verfolgen, der gegen die Tiefe zu sinkt. An der Oberfläche beträgt er bis 1,74%, an der Basis nur 1,07% (Zemianske Lieskové).

Den kleinsten Humusgehalt haben natürlich die Löße ungeachtet des Alters, wo der Humusgehalt nie 1% übersteigt. Alle diese Werte stimmen ungefähr mit den von Pelíšek (1953) angeführten Werten überein. Viel niedrigere Werte führen jedoch J. Kukla, V. Ložek und J. Bárta (1961) aus dem Lößprofil Mnešice an. Die genauen Werte sind in der Abb. 1 angeführt.

### Petrographische Zusammensetzung

Die petrographische Zusammensetzung der Löß-Schichtenfolge hat für die Genesis der Löße die allergrößte Bedeutung. Neben der Untersuchung der Minerale der leichten Fraktion wurde hauptsächlich den petrographischen Analysen der Minerale der schweren Fraktion Aufmerksamkeit geschenkt, aus denen hervorgeht, welche Gesteine ihr Material zur Lößbildung lieferten. Von den Mineralen der leichten Fraktion sind in den Lößen vertreten: Quarz, Feldspate (Plagioklase, Orthoklase), Glimmer, Karbonate, Glaukonit. Die Minerale der schweren Fraktion bilden: Granat, Epidot, Zoisit, Apatit, Zirkon, Sillimanit, Rutil, Turmalin, Amphibol, Chlorit, Hypersthen, Augit, Muskovit, Anatas, Disthen, Biotit, Titanit, Staurolith, Erzminerale (Pyrit, Limonit, Ilmenit, Magnetit, Leukoxen) und opake Minerale. Die prozentuelle Vertretung der einzelnen Minerale in den Proben ist verschieden. Am meisten sind Quarz, Karbonate und Feldspate vertreten, am wenigsten die Minerale der schweren Fraktion, die nur einen unbedeutenden Prozentgehalt der untersuchten Probe ausmachen, gewöhnlich ist es unter 1%, vereinzelt über 3% (J. Šajgalík 1964).

Aus dem Studium der petrographischen Zusammensetzung der Váh-Löße geht hervor, dass die Mineralassoziation keine wesentlichen Schwankungen aufweist, doch zeigen sich deutlich gewisse Gesetzmäßigkeiten in der Veränderung der mineralogischen Zusammensetzung im Zusammenhang mit dem Alter der Löße. Die älteren Löße enthalten eine größere Menge Eisenhydroxyde, Feldspate, Biotit und Grünglimmer verwittern. Ferner steigt der Gehalt an Tonmineralen (vor allem Illit), an epigenetischem Kalzit und es erscheint auch Chaledon.

### Stratigraphie

In letzter Zeit wird der Stratigraphie der Löße große Aufmerksamkeit geschenkt. Die Forschung konzentrierte sich hauptsächlich auf die Ablagerungen der letzten Eiszeit und des letzten Interglazials, wo am meisten paläolithisches Material gefunden wurde. Den ältesten Löß-Schichten wurde noch vor kurzem geringe Aufmerksamkeit gewidmet, und zwar nicht nur bei uns, sondern auch im Auslande.

Auf dem Gebiete des Karpatensystems zeichnen sich die meisten älteren Arbeiten durch oberflächliche Charakteristik der Löße einerseits und der begrabenen Bodenschichten andererseits aus, und die Einreihung in die stratigraphische Skala geschah einfach durch Subtraktion der begrabenen Bodenschichten (die oftmals gar keine begrabenen Bodenschichten waren) von der Oberfläche nach unten, ungeachtet der lokalen Verhältnisse, der Tektonik, des Erosionszyklus und der stratigraphischen Lücken. Ein großer Fehler war auch, daß nur schmale Ausschnitte der Lößwände studiert wurden und man interpretierte einfach die stratigraphischen Verhältnisse eines (oftmals unvollständigen)

Profils — ohne gründliche geomorphologische Analyse der weiteren Umgebung — auf das ganze Gebiet.

Der weitaus vorwiegende Teil unserer Lößprofile wurde auf Grund paläomala-kozoologischer Befunde datiert. Es zeigte sich jedoch, daß einige Molluskenassoziationen in mehreren Lößhorizonten verschiedenen Alters auftreten können, weshalb viele Lößprofile unrichtig interpretiert wurden.

Eine der Grundmethoden zur Bestimmung der Stratigraphie der Löße beruht auf den begrabenen Bodenschichten.

Um die alten Fehler nicht wieder zu begehen, dürfen wir auf Grund der Zusammensetzung und Paläogeographie der heutigen Böden keine Deduktionen auf die begrabenen Bodenschichten machen. Es ist nötig zu beachten, daß die begrabenen Bodenschichten nicht nur die Merkmale des früher entstandenen ursprünglichen Bodens tragen, sondern auch andere Bodenprozesse widerspiegeln, die erst später zu wirken begannen. Darum ist das Problem der begrabenen Bodenschichten nicht so einfach und bei der Bestimmung der Bodentypen und bei der Bodendiagnostik müssen alle Eigenheiten berücksichtigt und die paläopedologischen Beobachtungen durch paläontologisches und archäologisches Material belegt werden.

Die begrabenen Bodenschichten bezeichnete ich im Sinne des stratigraphischen Systems, das bei uns J. Kukla (1961) in die Stratigraphie der Löße einführte, mit den Indices PK 1-PK 4, also von den jüngsten zu den ältesten.

Bei der Synthese der einzelnen Lößprofile des Váh-Tales wurde festgestellt, dass die Schichten von der Oberfläche bis an die Basis der aufgeschlossenen Profile in folgender Reihenfolge aufeinander folgen:

Die holozänen Bodenhorizonte sind gewöhnlich als Parabraunerden entwickelt, an einigen Stellen mit recht fortgeschrittener Lessivierung. Sie sind gewöhnlich 20–50 cm dick, in para-autochtoner Position erreichen sie auch größere Mächtigkeit.

Unter diesem Bodenhorizont verschiedener Mächtigkeit liegen lichtgraue bis gelbgrüne Löße beträchtlicher Mächtigkeiten mit typisch entwickelter säulenförmiger Absonderung und einer verschiedenen Menge an Kalkpseudomycelien und Lößkindeln (Lößmännchen). Diese sind gewöhnlich in der ganzen Schichte unregelmäßig verstreut. In diesen Schichten beobachtet man mitunter zwei, anderswo wieder vier (Ziegelei Trenčín, auf der Straße nach Soblahov Mnešice u. ähnl.) rostiggraue Zonen eines initialen Pseudoleimenhorizontes, die mit den Klima-Zonen G<sub>1</sub>–G<sub>4</sub> parallelisiert werden können. Im Profil Blockmeldeposten Búdy erscheint in diesem Löß eine etwa 25 cm dicke, etwas lehmhaltige Lage mit erniedrigtem CaCO<sub>3</sub>-Gehalt und etwas erhöhtem Gehalt an Tonsubstanz.

Unter diesen Lößen finden sich die Lößlehme PK 1. Es ist ein sehr wenig betonter begrabener Horizont, der deutliche Anzeichen von Bodenfließen und Durchfeuchtung an den Tag legt. Er ist nicht vollständig entkalkt und hat blättrige Textur. Diese Lage entstand unter ziemlich kaltem, wenig feuchtem Klima eines kurzen Interstadials.

Der Löß, welcher PK 1 von PK 2 trennt, pflegt homogen zu sein und enthält nur manchmal Humus-Flecken. Er hat braune bis graue Farbe mit verstreuten Lößkindeln und Osteokolen. An der Oberfläche erscheinen Kongelifluktuationsmerkmale (Zamarovce, Mnešice, Stankovce u. ähnl.).

Der zweite fossile Bodenkomplex PK 2 ist einerseits durch autochtone, humus-



hältige Böden, andererseits durch Material umgeschwemmten Charakters charakterisiert. PK 2 wird von der Oberfläche durch umgeschwemmte Sedimente gebildet, die J. Kukla (1961) Lehmsande nannte. Es sind Sande, deren Körner aus Lehmkrummen gebildet sind, die während der Wanderung nicht beschädigt wurden. Die Lehmsande sind sehr gut geschichtet, wenn feinere Lagen mit dickeren wechsellagern. Sie erreichen beträchtliche Mächtigkeiten, vor allem auf der Lokalität Blockmeldeposten Bůdy und in der Ziegelei Trenčín, auf der Straße nach Soblahov. Auf der Lokalität Blockmeldeposten Bůdy erhalten die Lehmsande den Charakter gestreifter Tone, ja gegen die Oberfläche zu gehen sie in typische gestreifte Tone über, die an die Bändertone (varvy) erinnern und die bisher nur aus altpleistozänen Schichtenserien angeführt wurden (z. B. aus der Ziegelei Sedlec bei Praha). Es sind dünne, milimeter-, ja auch zentimeter-dicke Schichtchen von heller, brauner, dunkelgrauer, oder Rostfarbe, die in zyklischer Wechsellagerung mit gegenseitigem Ausklingen erscheinen. Am südlichen Profilende erreichen sie mehr als 2 m Mächtigkeit. In gut erhaltenen Profilen (z. B. Mnešice, Blockmeldeposten Bůdy), aber auch an anderen Orten (z. B. Velké Stankovce) findet sich im Liegenden der Lehmsande gewöhnlich ein Schichtchen feinen, primären, angewetzten Lößmaterials von auffallend heller Färbung mit geringem Humusgehalt. Dieses Schichtchen ist auch durch Kriechspuren nach Würmern gekennzeichnet. Da dieses Schichtchen einen hellen Horizont darstellt, der auf den ersten Blick augenfällig ist, gab man ihm den Namen „Marker“.

Die Basis dieses PK 2 wird durch einen schwarzbraunen humushältigen, stark tonigen Boden gebildet, der fast vollkommen entkalkt ist. Dieser Boden, der den Charakter einer Pseudotschernozem hat, ist an der Oberfläche durch starke Fleckenbildung gekennzeichnet. Diese Flecken stellen rotbraune Brocken dar, die im Profil als kreisförmige oder elliptische Flecken erscheinen. Sie erreichen 2–8 cm Durchmesser. Von der umgebenden humushältigen Erde sind sie scharf abgegrenzt. Nach L. Smolíková (1960) handelt es sich wahrscheinlich um einen spezifischen Bodenbildungsprozeß und die Flecken entstanden später als der zugehörige humose Horizont.

Die unter dem Bodenkomplex PK 2 auftretenden Sedimente erreichen nirgends im studierten Gebiet größere Mächtigkeiten; z. B. im Profil Mnešice nur einige cm, in der Lehmgrube Blockmeldeposten Bůdy bilden sie ebenfalls nur eine kleine Einlage und auch an anderen Orten ist ihre Mächtigkeit nicht viel größer. Gekennzeichnet sind sie einmal durch Lehme von Rinncharakter (Fließlehme), zum zweiten von Kongelifluktuationscharakter (Mnešice) und endlich durch Wechsellagerung mit äolischen Sedimenten.

Der Bodenkomplex PK 3, den wir dem letzten (Eem) Interglazial beigliedern, wird von der Oberfläche an durch „Lessivé“ Böden gebildet. Das sind schwach humushältige Böden, die hervorstechende Merkmale einer Bewegung der Tonsubstanz aufweisen. In trockenem Zustand haben sie prismatischen Zerfall. An der Oberfläche der Lessivé ist ein humushaltiger Horizont, den J. Kukla (1961) als Pseudotschernozem in beginnendem Entwicklungsstadium bezeichnet. Unter ihm sind humushaltige Lößlehme, die Flecken enthalten und durch Materialumschwemmung aus den liegenden Lössen entstanden sind.

Aus einer Parallelisierung der übrigen Profile des Váh-Tales mit Mnešice geht hervor, daß PK 3, d. i. das R/W Interglazial, an vielen Stellen des Váh-Tales wahrscheinlich fehlt und daß die Bodenkomplexe in Zamarovce und Hlboký Jarok bei Moravany, die man bisher, hauptsächlich auf Grund der Fauna, zum



R/W rechnete (Ambrož et Ložek et Prošek 1950, Prošek et Ložek 1954), nicht richtig interpretiert wurden und dem vorletzten Interglazial angehören. Diskutabel ist die Eingliederung der interglazialen Bodenkomplexe in Banka bei Piešťany. Dieses Interglazial erinnert durch die Intensität seiner Färbung und durch seinen Charakter stark an PK 4, d. i. das M/R Interglazial. Das ist aber wahrscheinlich nur durch die geologischen Verhältnisse der älteren Formationen verursacht, da das unmittelbare Liegende und die weitere Umgebung der Lokalität aus roten und lila Keuperschiefern aufgebaut ist; und da diese Schiefer ebenfalls bei der Lößbildung ihr Material lieferten, mußte es sich natürlich auch im Charakter dieser interglazialen Ablagerungen widerspiegeln. Darum ist für diesen Bodenkomplex R/W Alter wahrscheinlicher.

Die Löße der vorletzten Eiszeit sind hauptsächlich in Mnešice mächtig entwickelt, aber auch auf den Lokalitäten Zemianske Lieskové, Zamarovce u. a. finden sich größere Lagen dieser Löße. Sie sind feinkörnig, mit rotbraunen und grauen Flecken und Schrottkörnern, die darauf hinweisen, daß der Löß während der Sedimentation durchfeuchtet wurde.

Im Liegenden dieser Löße findet sich ein mächtiger Komplex PK 4 (vorletztes Interglazial), der in Zemianske Lieskové und Mnešice besonders gut entwickelt ist. Auf den übrigen Lokalitäten wurden größere Lücken beobachtet, bzw. wurde nicht das ganze Profil aufgedeckt. Dieser Bodenkomplex beginnt von der Oberfläche an mit schwach entkalkten Lößlehmern brauner Farbe, unter denen eine Lößeinlage auftritt (in Zemianske Lieskové ist sie über 1 m dick). Unter diesen Lössen finden sich in Mnešice umgeschwemmte Lößlehme, die mit Löß ausgefüllte Frostkeile enthalten. Dieser umgeschwemmte Horizont liegt auf zwei lessivierten Horizonten, die entweder durch eine aus Lössen bestehende Einlage, oder durch umgeschwemmtes Material (Schwemmlöß) voneinander getrennt sind. In den vollständigen Profilen sind die lessivierten mit Tschernozem satter Farben bedeckt. Z. B. in Zemianske Lieskové hat der obere lessivierte Horizont eine ziemlich mächtige, etwa 50 cm dicke Tschernozem-Decke. Diese Horizonte PK 4 zeichnen sich in Zemianske Lieskové durch die stärkste Rubifikation, die im studierten Gebiet je beobachtet wurde, aus.

Unter den Horizonten der lessivierten befinden sich mehr oder weniger geschichtete, umgeschwemmte Lößlehme mit initialen Pseudoleimen und in einigen Fällen mit Einlagen von Lehmsanden.

Der Bodenkomplex PK 4 liegt auf den ältesten Lössen, d. i. auf den Lössen des Mindel. Das sind in Oberflächennähe sehr stark karbonatische Löße mit aus den hangenden Bodenkomplexen transloziertem  $\text{CaCO}_3$ . Aber auch im ganzen Profil dieser Löße befindet sich eine große Menge Lößkindeln, die viel größere Dimensionen erreichen als die jüngeren Löße. Diese Lößmännchen sind stark verwittert und mit Eisen- und Manganhydraten inkrustiert. Die Löße erreichen beträchtliche Mächtigkeiten. Z. B. in Zemianske Lieskové wurde durch eine gegrabene Sonde bis 4 m Mächtigkeit festgestellt und immer noch war ihr Ende nicht erreicht. Sie sind vorwiegend feinkörnig oder sandig, homogen, von heller oder hellgrauer Farbe.

Ältere Lössablagerungen als die midel'schen wurden im studierten Gebiet nicht festgestellt, was jedoch nicht bedeutet, daß solche bei weiterer Aufschließung der Profile (besonders in Mnešice und Zem. Lieskové) nicht erschlossen werden könnten.

Einen wichtigen Stützpunkt bei der Stratifikation der Löße des Váh-Tales in

paläontologischer Hinsicht gewährte das Profil in der Ziegelei Mnešice bei Nové Mesto nad Váhom, wo einerseits Reste materieller Menschenkulturen in 5 übereinanderliegenden Lagen, andererseits eine reiche Schneckenfauna festgestellt wurde. Die wichtigsten sind hauptsächlich 2 Lagen mit interglazialer Assoziation mit direkter Superposition (vergl. Kukla et Ložek et Bárta 1961).

Das Lößprofil Mnešice enthält wichtige stratigraphische Horizonte, die auf Grund paläopedologischer, malakozoologischer und archaeologischer Forschungen genau datiert werden konnten.

Es gereicht zum Nachteil der bezüglichen Studien, daß das gleiche nicht von den übrigen Profilen gesagt werden kann, die nur unvollständig, mit großen Lücken entwickelt sind und zum großen Teil ohne paläontologisches, resp. archäologisches Beweismaterial vorliegen. Darum bringt die Parallelisierung der übrigen Profile mit Mnešice immer ein gewisses Risiko mit sich, und zwar hauptsächlich wenn man bedenkt, daß der Löß in der Lokalität Mnešice eigentlich eine große Erosionsform ausfüllt, wo das paläontologische Material nicht immer in situ sein muß und daß dieses Profil durch seinen Charakter den Eindruck einer Art Inversion des Reliefs hervorruft.

Übersetzt von V. Dlabáčová.

#### SCHRIFTTUM

- Ambrož V., 1941: Spraše pahorkatín. Sbor. St. geol. úst. 14, Praha. — Ambrož V., Ložek V., Prošek F., 1951: Mladý pleistocén v okolí Moravan n/V. u Piešťan. Anthropozoikum 1, Praha. — Berg A. S., 1932: Less kak produkt vyvetrivanija i počvoobrazovanija. Trudy 2. konf. meždunar. assoc. po izuč. četvertič. perioda b 1, M. — L. Bondarčuk V., G. 1961: Strojenje četvertičnych (antropogennych) otloženij i problemy geologii kvartera Ukrainy. Četv. period 13, 14, 15 k 6. kongr. INQUA, Izdat. Akad. nauk SSSR, Kijev. — Dylik J., 1954: Zagadnienie genezy lessu w Polsce. Biul. Peryglacjalny 1. — Fink J., 1954: Die fossilen Böden im österreichischen Löß. Quartär 6, Bonn. — Klíma B., 1958: Příspěvek ke stratigrafii nejmladšího sprašového pokryvu. Anthropozoikum 7, Praha. — Kukla J., 1961: Lithologische Leithorizonte der tschechoslowakischen Lößprofile. Věstn. Úst. úst. geol. 36, 5, Praha. — Kukla J., 1961: Stratigrafická pozice českého starého paleolitu. Památky archeologické 51, 1, Praha. — Kukla J., Ložek V., Záruba Q., 1961: Zur Stratigraphie der tschechoslowakischen Löße. Quartär 12, Bonn. — Kukla J., Ložek V., Bárta J., 1961: Das Lößprofil von Nové Mesto im Waagtal. Eiszeitalter und Gegenwart 12, Öhringen/Württ. — Ložek V., Kukla J., 1959: Das Lößprofil von Leitmeritz an der Elbe, Nordböhmen. Eiszeitalter und Gegenwart 10, Öhringen. — Ložek V., Tyráček J., 1960: Příspěvek k poznání vývoje údolí Váhu mezi Trenčínem a Piešťany. Sborn. Čsl. spol. zeměpisné 65, 1, Praha. — Lukašev K. I., 1961: Problemy lessov v svete sovremennych predstavlenij. Izdat. Akad. nauk BSSR, Minsk. — Mihaltz I., Ungár T., 1954: Folyóvizi- és szélfujta homok megkülönböztetése. Föld. Közl. 84, 1—2, Budapest. — Mišík M., 1956: Použitie ťažkých minerálov pre paleogeografický a stratigrafický výskum so zreteľom na neogén a kvartér Slovenska. Geol. práce 43, Bratislava. — Pelíšek J., 1953: Spraše dolního Považí. Geol. sbor. Slov. akad. vied 3, 3—4, Bratislava. — Prošek F., Ložek V., 1952: Výskum sprašového pokryvu v Sedlci u Prahy. Věstn. Úst. úst. geol. 27, 6, Praha. — Prošek F., Ložek V., 1953: Sprašový profil v Bance u Piešťan. Anthropozoikum 3, Praha. — Prošek F., Ložek V., 1954: Výzkum sprašového profilu v Zamarovcích u Trenčína. Anthropozoikum 4, Praha. — Smolíková L., 1960: Fossilní skvrnitě půdy v ČSSR. Věstn. Úst. úst. geol. 35, 5, Praha. — Šajgálík J., Martiny E., Čičel B., 1961: Pôvod, mineralogickochemické zloženie a koloidno-disperzné minerály spraší z okolia Trenčína. Geol. sbor. Slov. akad. vied 12, 2, Bratislava. — Šajgálík J., 1964: Genéza spraší vo svetle súčasných výskumov. Acta Geologica et Geographica universitatis Comenianae, Geologica No 9, Bratislava. — Žebera K., 1958: Československo ve starší době kamenné. Praha.

Zur Veröffentlichung empfohlen von K. Žebera.