

## Feinstratigraphische Untersuchung eines Lößprofils von Murr

(Landkreis Ludwigsburg)

Von Ekke W. Guenther, Kiel. Mit 4 Abb.

**Zusammenfassung.** Für die stratigraphische Auswertung eines Lößprofils ist es notwendig, dieses je nach den Ablagerungsbedingungen in einzelne Abschnitte zu gliedern. Bei dem oft sehr gleichförmigen Material kann man jedoch meist nicht ohne weiteres erkennen, ob äolisch abgelagerter, verschwemmter oder durch Solifluktion umgelagerter Löß vorliegt. Es wird daher versucht, mit Hilfe physikalischer und chemischer Untersuchungen in Anlehnung an die Sedimentpetrographie (Korngrößenverteilung, Korngestalt, mineralogische Kornzusammensetzung, Kalkgehalt, Gefügeregelung, Helligkeitswert, Porenvolumen, Einschaltung organischer Beimengungen etc.) der Lößstratigraphie eine exakte Basis zu geben.

**Résumé.** Si l'on veut obtenir une stratigraphie du loess, il est indispensable de le subdiviser en tenant compte des conditions de sédimentation. Mais le loess nous apparaissant uniforme il est difficile de reconnaître s'il s'agit de sédiments vraiment éoliens ou transportés par l'eau ou par la solifluction. C'est pour cela qu'il faut avoir recours aux méthodes physiques et chimiques qui en s'appuyant sur la pétrographie sédimentaire (répartition des grains d'après leur dimension, leur forme, composition, teneur en calcaire et matières organiques, différences de couleurs, volume et „Gefügeregelung“) permettent de donner une base exacte à la stratigraphie du loess.

In der Beurteilung von Löß-Profilen herrscht als Folge von nicht miteinander übereinstimmenden Auffassungen einzelner Autoren zur Zeit einige Unsicherheit. Es erscheint daher notwendig, die Beobachtungen im Gelände durch weitmöglichst exakte Labor-Untersuchungen zu überprüfen und zu ergänzen. Als erstes Beispiel einer derartigen eingehenden Untersuchung wurde bereits eine Lößfolge von Riegel am Kaiserstuhl analysiert (GUENTHER 1953b). Hier konnte eine wesentliche Umlagerung für den größten Teil des Profils ausgeschlossen werden.

In einer Ziegeleigrube in Murr, nur etwa 2 km westlich von den durch ihre Fossilfunde und die Bergung eines menschlichen Schädels bekannten Kiesgruben von Steinheim, steht ein besonders deutlich untergegliedertes Lößprofil an. Nicht nur durch einen Wechsel von Lössen und Lehmen, sondern auch durch mehr oder weniger stark rot gefärbte Abschnitte lassen sich einzelne Partien ausgliedern. Die Rotfärbung ist auf Beimengung von Keupermaterial zurückzuführen, das zur Zeit der Entstehung der betreffenden Schichten in nicht so großer Entfernung an der Oberfläche angestanden haben muß.

Im Gegensatz zu dem Profil von Riegel zeichnet sich das von Murr gerade dadurch aus, daß nur von wenigen Abschnitten mit Sicherheit angegeben werden kann, daß die äolische Ablagerungsform noch erhalten geblieben ist. Wesentliche Teile des Profils bestehen aus umgelagertem Material, und es erhebt sich die Frage, ob es möglich ist, mit Hilfe von feinstratigraphischen Untersuchungen einen Schluß auf die Entstehungsbedingungen der einzelnen Schichten zu ziehen und das Lößprofil nach seinem natürlichen Aufbau unterzugliedern.

Die Schichtenfolge wurde an der (mit 90° streichenden) Nordwand der hinteren Grube der Ziegelei Blattert untersucht. Das Profil ist hier in einer Mächtigkeit von etwa 5 m aufgeschlossen. Bereits an der Wand ist — wie Abb. 1 zeigt — eine erste Gliederung möglich:

1. Alluviale Bodenbildung, kräftig dunkel gefärbt (bis zur 1. Leitersprosse).
2. Heller Löß (bis zur 4. Leitersprosse).
3. Dunkle z. T. rotbraune Zwischenschicht (bis fast zur 7. Leitersprosse).

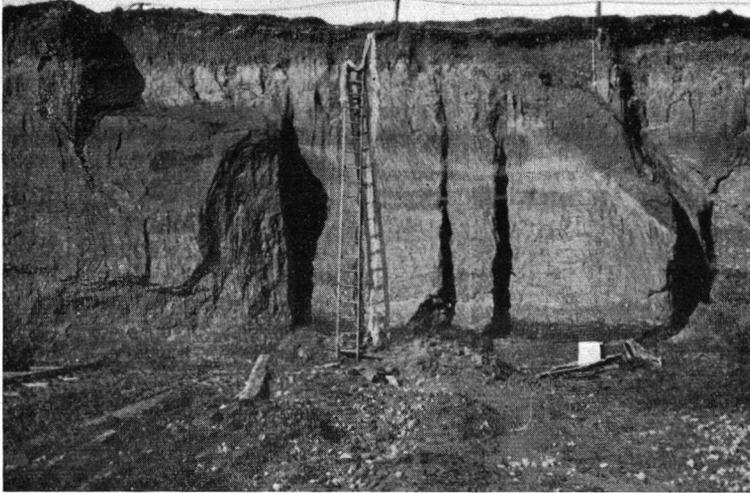


Abb. 1. Nordwand der Ziegeleigrube Blattert in Murr. Die Außenseite des Analysenlackfilms ist durch die Gaze als weißer Streifen rechts neben der Leiter zu erkennen.

4. Schmale auffallend helle Schicht (7.—8. Leitersprosse).
5. Mehrfacher Wechsel von hellen und dunklen, braun gefärbten Abschnitten (bis zur 18. Leitersprosse).
6. Dunkle rotbraune Partien (bilden das Liegende).

Eine sehr viel exaktere Gliederung ist mit Hilfe einer genauen Analyse möglich. Die Laborarbeiten wurden durch Unterstützung der Forschungsgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft ermöglicht, wofür auch an dieser Stelle gedankt sei.

## I. Untersuchungsmethoden Probenentnahme

In der Tongrube wurde zunächst ein 10 cm breiter und 5,40 m langer Analysenlackfilm nach einer Methode, wie sie bereits beschrieben ist (GUENTHER 1953a), hergestellt. Abb. 1 läßt die Gaze, die zur Verstärkung der Rückseite des Lackes dient, als weißen Streifen dicht rechts neben der Leiter erkennen. Auf dem abgezogenen Film sind nicht nur alle Gesteinsteilchen in ihrer ursprünglichen Textur erhalten, sondern es lassen sich auch von ihm im Laboratorium genau orientierte Proben für Strukturuntersuchungen und andere Analysen entnehmen. Die Methoden, mit deren Hilfe die Lößfolge untersucht wurde, sind auf dem Diagramm Abb. 2 dargestellt. Einige von ihnen werden hier zum ersten Mal erprobt; es ist daher notwendig, einen kurzen Überblick über die verschiedenen Analysearten zu geben.

### 1. Dicke der Lößauflage

Die erste Rubrik auf der linken Seite von Abb. 2 stellt die Dicke der dem Lackfilm anhaftenden Lößschicht, gemessen in mm, dar. Das Bindemittel (in Azeton gelöstes Celluloid) dringt bei stark porösen Lössen, die ein Porenvolumen von über 50% haben, etwa 2—4 mm, bei weniger porösen Lehmen mit einem Porenvolumen unter 40% etwa 1—2 mm tief in die Wand ein. Finden sich auf dem Analysenlackfilm wesentlich stärkere Gesteinsauflagen, so werden diese nicht durch den Azetonlack verfestigt, sondern die eigene innere Klebekraft hält die einzelnen Teilchen zusammen. Diese ist im allgemeinen bei Lehmen größer als

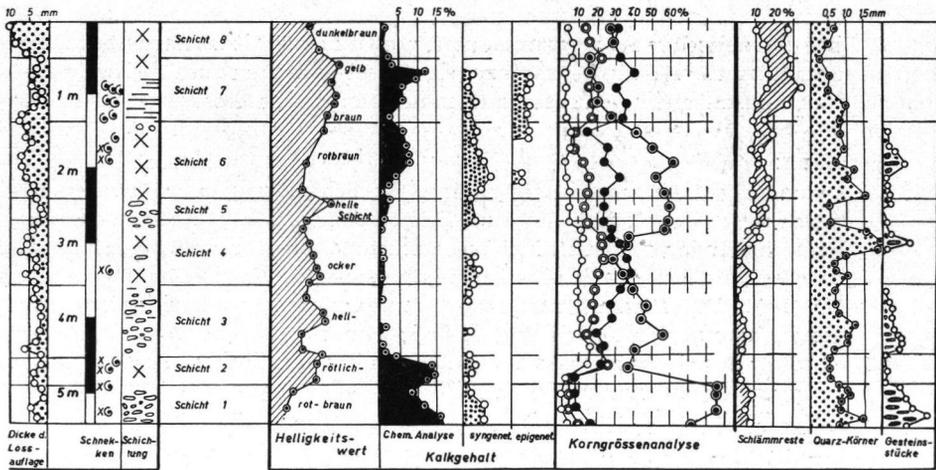


Abb. 2. Diagramm der feinstratigraphischen Untersuchungen des Lößprofils von Murr. bei Lössen. Stärkere Lößauflagen entstehen besonders bei einem zunächst in bergfeuchtem Zustand noch weicheren Lehm, der sich dann bei der Austrocknung verfestigt.

### 2. Lössschnecken

Das Auftreten von Lössschnecken ist durch ein kleines spiralenartiges Symbol gekennzeichnet. Sind die Schnecken innerhalb einer Schicht besonders zahlreich, so wird dies durch eine vermehrte Anzahl von Symbolen kenntlich gemacht. Ein diagonales Kreuz vor der Spirale zeigt an, daß die Schalen hier in der Hauptsache zerbrochen sind.

### 3. Schichtung

Unter der Rubrik Schichtung werden drei verschiedene Möglichkeiten voneinander abgetrennt.

#### a) Kornorientierung:

Die Einregelung gestreckter oder plattiger Körner parallel zur Ablagerungsfläche (primäre S-Fläche) wird durch flach-ovale Symbole kenntlich gemacht. Liegen die gestreckten Gesteinsteilchen nicht gleichmäßig horizontal, so wird dies durch die Signatur angezeigt. In einzelnen Abschnitten des Profils finden sich reichlich kleine plattige Teilchen von Keuper-Material, und hier wird eine Einregelung besonders deutlich. Bevor weitere Untersuchungen anderes ergeben, muß man annehmen, daß eine sehr gleichmäßige Einregelung der hierfür geeigneten Komponenten primär bei der Entstehung der betreffenden Lössschicht erfolgte. Eine spätere Orientierung, mit welcher, wie mir Herr Prof. H. POSER freundlicherweise mitteilte, im Periglazialgebiet in bestimmten Fällen zu rechnen sei, scheint mir dann nicht wahrscheinlich, wenn in dichter Aufeinanderfolge Abschnitte mit horizontalierten auf solche mit nicht horizontalierten plattigen Komponenten folgen.

Wenn auch für Löss geeignete Methoden ausgearbeitet sein werden, ergibt sich vielleicht die Möglichkeit mit Hilfe des Zurundungs-Grades eine Trennung nach verschiedener Entstehung durchzuführen. POSER & HÖVERMANN (1951) haben mit Hilfe von solchen Messungen an Gesteinen mit einer Kantenlänge von 2 bis 15 cm im Harzgebiet Moränen, Solifluktionsmaterial und wassertransportiertes Gestein getrennt.

Eine weitere Frage ist, ob die Einregelung unter Einfluß von Wasser oder lediglich bei der äolischen Ablagerung entstand. Um dies mit Sicherheit entscheiden zu können, muß erst die Korneinregelung bei äolischen und bei im Wasser abgelagerten Lössen und mit diesen zusammenhängenden Gesteinen untersucht werden.

b) Schichtung:

Durch waagrecht eingezeichnete Striche ist Schichtung kenntlich gemacht. Diese läßt sich unter dem Binokular zum Teil an sehr feinen Gesteinsunterschieden erkennen. So finden sich z. B. in Lössen schmale, oft nur Bruchteile von mm breite Bändchen, die sich durch eine etwas abweichende Kornzusammensetzung von den anderen Lößpartien unterscheiden. Zum anderen zeigen sich nicht selten kleine Unterschiede in der Verkittung. Hier hat ein nicht ohne weiteres erkennbarer Wechsel in der Gesteinszusammensetzung ein verschieden starkes Eindringen einer bindenden Substanz bewirkt.

c) Löss ohne erkennbare Einregelung oder Schichtung:

Verlehnte Lössen lassen vielfach keinerlei Einregelung oder Schichtung erkennen. Es findet sich jedoch auch in nicht verlehnten Abschnitten mitunter eine völlig unregelmäßige Lagerung der Komponenten. Diese mag durch irgend eine Art von Umlagerung, z. B. durch Solifluktion oder durch plötzliche Verschwemmung größerer Lößmassen entstanden sein. In vielen Fällen ist eine Untersuchung auf Einregelung nicht möglich, da plattige oder gestreckte Körner fehlen.

#### 4. Helligkeitswerte

Im allgemeinen hat ein Lehm eine dunklere Farbe als der Löß, aus dem er entstanden ist. Auch Beimengungen können die Farbe ändern; so zeigt z. B. das Profil von Murr einen verstärkten Farbwechsel, der zum Teil durch Einlagerung von Keuper-Material hervorgerufen wird.

Da die mit einer Selenzelle gemessene Helligkeitskurve völlig verschieden gefärbte, jedoch gleiche Lichtmengen reflektierende Gesteine nicht trennt, sind auf Abb. 2 die wichtigsten Farbwerte angegeben. Die Bestimmung von Helligkeit und Farben erfolgte auf einer Farbabstrichtafel (Methode siehe: GUENTHER 1953a).

#### 5. Kalkgehalt

1. Die chemische Analyse gibt die Gesamtmenge des Kalkes umgerechnet als Prozentsatz des Gesteines an. Damit sind die verschiedenen Möglichkeiten des Vorkommens von Kalk in einem Lößprofil nicht voneinander getrennt. In der Hauptsache hat man mit folgenden, völlig verschieden zu bewertenden Vorkommen von Kalk zu rechnen:

a) primär (syngenetisch) eingelagerter Kalk

1. äolisch abgelagerte Kalkkörner
2. organischer eingelagerter Kalk, vor allem Schneckenhäuser und Teile des Innenskelettes von Arioniden

b) sekundär (epigenetisch) ausgeschiedener Kalk

1. Kalkhäutchen, die die einzelnen Quarz- und anderen Körner umgeben
2. Lößkindel
3. in Hohlräumen ausgeschiedener kristalliner Kalk
4. Kalkbänke an der Oberfläche alter und junger Grundwasserhorizonte.

Durch zwei Kurven wird versucht, einen Hinweis zu geben, in welcher Form sich der Kalk im Profil findet.

Das ist einmal die Kurve des syngenetisch eingelagerten Kalkes. Sie zeigt den ungefähren Anteil, den organische und anorganische Kalkstücke an der Zusam-

mensetzung der größten Kornfraktion (in 3 Minuten um 65 cm abgesunken) nehmen. Aus Menge und Größe dieser Kalkeinlagerungen wurde ein ungefährender Wert ermittelt. Er ist nicht mit der absoluten Kalkmengenbestimmung der chemischen Analyse vergleichbar.

Zum anderen die Kurve, die die Menge des in deutlich sichtbaren Hohlräumen epigenetisch, kristallin ausgeschiedenen Kalkes abschätzt. Diese Art der Kalkausscheidung tritt auf dem Lackfilm durch ihre weiße Farbe deutlich in Erscheinung. Sie findet sich vor allem in kleinen Röhrchen, zum Teil nur als Wandbekleidung, z. T. die Hohlformen völlig ausfüllend. Auch diese Kurve darf mengenmäßig nicht mit der absolute Werte angegebenden chemischen Analyse verglichen werden.

Vielleicht als Folge davon, daß der Kalkanteil des Lösses von Murr ganz auffallend gering ist, findet sich diese Art der Kalkabscheidung nur in einem beschränkten Abschnitt des Profils.

In vielen Fällen ist die Hauptmenge des Kalkes in den Kalkhäutchen an der Oberfläche der Mineralkörner enthalten. Bei verstärkter Kalkzufuhr können die Hohlräume zwischen den Körnern weitgehend ausgefüllt werden und sich hierbei Lößkindel oder auch feste Kalkbänke bilden.

Diese Arten von Kalk konnten noch nicht abgegliedert werden. Sie sind insgesamt in der chemischen Analyse mit enthalten.

#### 6. Korngrößenverteilung

Die Rubrik „Korngrößenverteilung“ stellt in 4 Kurven den in Prozente umgerechneten Anteil der dispersen Phase eines Schlämmversuchs dar, der innerhalb von 60 Minuten um 60—75 cm im Schlämmzylinder <sup>1)</sup> absank. Um die Korngrößen zu ermitteln, die den einzelnen Kurven entsprechen, wurde die Probe Murr 13 (aus einer Tiefe von 2,50 m) unter dem Mikroskop durchgemessen. 3056 Korngrößenmessungen ergeben für die einzelnen Sinkzeiten folgende Werte:

Kurve	Absinkzeit	mittlerer Durchmesser
I	0—3 Minuten	60—1000 $\mu$
II	3—12 Minuten	30—80 $\mu$
III	12—30 Minuten	20—35 $\mu$
IV	30—60 Minuten	12—25 $\mu$

Da die Probe nur einmal geschlämmt wurde, haben die Kornverteilungskurven eine verstärkte Streuung. Der Schlammprozeß wurde mit einem bereits beschriebenen Gerät (GUENTHER 1953a) durchgeführt, bei dem das Schlammgut am unteren Ende des Fallrohrs eingefangen wird und für weitere Untersuchungen zu verwenden ist. Die Korngrößen unter 12  $\mu$  befinden sich nach Beendigung des Schlammprozesses noch im Rohr. Die Ansäuerung des Dispersionsmittels bewirkt eine Koagulation der dispersen Phase, die dann schnell absinkt. So konnte bei einem Teil der Proben ein verschieden großer Prozentsatz der Restschlämme zurückgewonnen werden. Er ist im oberen Teil der Rubrik „Schlammrest“ eingezeichnet.

Die Versuchsanordnung bringt es mit sich, daß fast nie das volle Gewicht des Ausgangsmaterials zurückgewonnen wird. Der Verlust ist bei feinkörnigem, unsortiertem Material groß, bei gut durchgewaschenem und nicht zu feinem Material geringer. Er setzt sich zusammen aus disperser Phase, die im Scheidetrichter und im Absinkrohr vor allem an den Wänden haftend zurückblieb, aus Material, das in die untere Wanne austrat, und aus dem Verlust, der beim Wägen, Trocknen und Umfüllen entstehen muß. Da es zur Vermeidung der Koagulation empfehlenswert ist, mit einer möglichst geringen Menge von Ausgangsmaterial zu ar-

<sup>1)</sup> In destilliertem Wasser bei 18° Celsius.

beiten (1—2 g), liegt der prozentuale Anteil des Verlustes verhältnismäßig hoch. Er ist auf Abb. 2 durch das schräg schraffierte Feld angezeigt.

### 7. Quarzkörner

Die Kurve „Quarzkörner“ zeigt die Durchmesser der bei jeder Probe gefundenen größten Quarzkörner an. Dabei wurden jeweils nur wohlgerundete, also durch Wasser- oder Windtransport schon korrodierte Körner vermessen. Diese ließen sich unter dem Binokular aus dem Schlämngut, das innerhalb von 3 Minuten abgesunken war, heraussortieren. Fast stets fanden sich mehrere Körner mit einem etwa gleichen größten Durchmesser. Die Kurve gibt einen Hinweis auf die Kraft des transportierenden Mediums.

### 8. Gesteinsstücke

Veränderte Verhältnisse liegen vor, wenn zeitweise andersartiges Material aus der Nähe herantransportiert wird. In den Lössen und Lehmen von Murr ebenso wie von Steinheim (FREISING 1952) findet sich mehrfach reichlich roter und grüner Schiefertonsplitt, der von Keupergesteinen stammt. Da diese Gesteinsstückchen einen Schlämmprozeß — vor allem die Aufbereitung des Schlämngutes — nur zum Teil unbeschädigt überstehen, wurden sie auf dem Lackfilm untersucht. Aus Größe und Menge dieser Reste ließ sich die Kurve „Gesteinsstücke“ aufstellen. Gleichzeitig ist durch Symbole angegeben, in welcher Form der Keuper eingelagert ist. Dabei wird unterschieden zwischen flachen, plättchenförmigen, mehr oder weniger horizontal liegenden und zwischen gerundeten, korrodierten Einlagerungen.

## II. Auswertung der feinstratigraphischen Untersuchung

Um Hinweise auf die Bedingungen zu erhalten, unter denen die einzelnen Schichten entstanden sind, ist es zweckmäßig, die Ergebnisse der Analysen schichtweise zusammenzufassen. Bei der Auswertung der ersten Profilveruntersuchungen ist eine gewisse Unsicherheit zu berücksichtigen, die dadurch bedingt ist, daß die Beweiskraft der einzelnen Merkmale noch nicht ausreichend bekannt ist.

### Schicht 1.

Tiefenlage 4,95—5,40 m.

Schichtung: sehr deutliche Einregelung der plattigen Komponenten (Abb. 3).

Schnecken- und Muschelschalen: Selten, nur als Bruchstücke.

Farbe: rotbraun, Helligkeitswert: dunkel.

Kalkgehalt: Kalk reichlich vorhanden, Kalk auch als Körner.

Korngrößenverteilung: sehr starker Anteil an grobem Material (geringer Schlämmrest) (Abb. 4).

Gerundete große Quarzkörner: nicht selten, einige sehr groß (bis 1,5 mm).

Beimengung fremden Gesteins: sehr reichlich Keuper.

Deutung: Äolisches Material fehlt weitgehend, dagegen wurde reichlich Keupermaterial aus nicht zu großer Entfernung herangebracht. Der Absatz des Gesteins erfolgte wahrscheinlich durch Wasser, vielleicht unter Windbeihilfe. Solifluktion kann ausgeschlossen werden. Entkalkung, die auf eine Bodenbildung unter warmem Klima hindeuten würde, fehlt.

### Schicht 2.

Tiefenlage: 4,45—4,95 m.

Schichtung: nicht zu erkennen.

Farbe: rötlichbraun, Helligkeitswert: ziemlich hell.

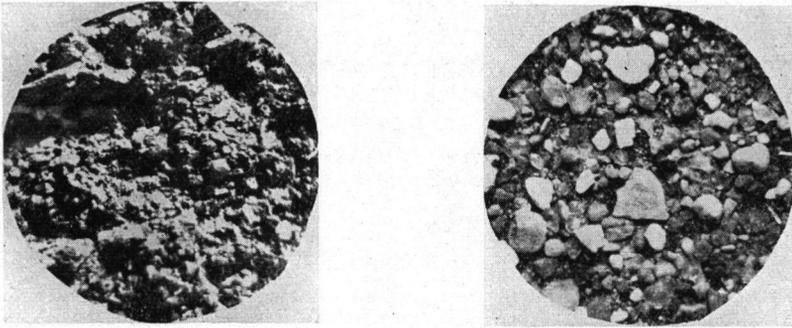


Abb. 3. Ausschnitt aus dem Lackfilm unter dem Binokular, Schicht 1, Tiefe 5,20 m. Vergrößerung ca. 6-fach. Die zum Teil sehr großen plattigen Komponenten (Keuper) sind meist eingeregelt.

Abb. 4. Schlämmrückstand der größten Kornklasse nach der Ablagerung am unteren Ende des Schlammzylinders. Probe: Schicht 1, Tiefe 5,20 m. Vergrößerung ca. 6-fach. Kornzusammensetzung: Keuper (größte z. T. eckige Körner, weiß und auch dunkel); Quarz (korrodiert, durchschimmernd); Feldspat u. Kalk (weiß, kleine Körner, korrodiert).

Schneckenschalen: zerbrochene Schneckenschalen sind nicht selten.

Kalkgehalt: Kalk reichlich, zum Teil auch als grobe Körner.

Korngrößenverteilung: die Lößkomponente ist stark vertreten, die feinsten Korngrößen fehlen jedoch.

Große Quarzkörner: fehlen vollständig, die größten Quarze haben einen Durchmesser von 0,5 mm.

Beimengung fremden Gesteins: fehlt weitgehend, nur selten finden sich wohlgerundete, wahrscheinlich äolisch verblasene Keuperkörner.

**Deutung:** Die Schicht besteht weitgehend aus Lößmaterial, eine bedeutende Entkalkung hat nicht stattgefunden. Es ist jedoch damit zu rechnen, daß das Gestein nicht mehr in der äolischen Ablagerungsform erhalten ist, sondern durch Solifluktion (oder Sturzregen) umgelagert wurde.

### Schicht 3.

Tiefenlage: 3,52—4,45 m.

Schichtung: Kornorientierung und Schichtung sind sehr deutlich zu erkennen.

Farbe: wechselnd dunkel und hellbraun.

Schneckenschalen: nicht vorhanden.

Kalkgehalt: fast völlig entkalkt, nur einige syngenetisch entstandene Kalkkörner sind erhalten.

Korngrößenverteilung: Lößkomponente tritt zurück, das gröbere Material überwiegt.

Große Quarzkörner: In einzelnen Lagen sehr reichlich vorhanden, bis zu einem Durchmesser von 1,2 mm.

Beimengungen: reichlich Keupermaterial.

**Deutung:** Die Schicht besteht nur zum Teil aus ehemaligem äolischem Material; es ist reichlich Keuper beigemischt. Nach oben nimmt die äolische Komponente zu. Die Schicht bildete sich wahrscheinlich als Wasserabsatz, vielleicht unter Windbeihilfe. Solifluktion kann ausgeschlossen werden. Das Gestein ist fast völlig entkalkt, was man durch Bodenbildung unter warmem Klima an Ort und Stelle oder vor der Umlagerung erklären kann.

**Schicht 4.**

Tiefenlage: 2,65—3,52 m.

Schichtung: Kornorientierung und Schichtung sind nicht zu erkennen.

Farbe: ockerfarben bis dunkelbraun.

Schnecken­schalen: nur als Seltenheit finden sich zerbrochene Schalenreste.

Kalkgehalt: fast völlig entkalkt, nur einige Kalkkörner sind noch erhalten.

Korngrößenverteilung: die äolische Komponente nimmt zu, auch feineres Material ist vorhanden.

Große Quarzkörner: in den höheren Teilen der Schicht finden sich ganz besonders große Quarzkörner mit einem Durchmesser bis 4 mm.

Beimengungen: nur in den obersten Teilen liegen als Seltenheit einige plattige Keuperreste.

Deutung: Die Schicht hat die Merkmale eines Lehms, sie entspricht wahrscheinlich einem alten Boden; nur in den obersten Partien findet eine Änderung der Sedimentationsbedingungen statt, es wird gröberes Material aus der Nähe zugeführt.

**Schicht 5.**

Tiefenlage: 2,37—2,65 m.

Schichtung: deutliche Kornorientierung parallel zur Ablagerungsfläche ist vorhanden.

Farbe: hellgelb bis weiß, an der Wand in trockenem Zustande auffallend hell.

Schnecken­schalen: nicht vorhanden.

Kalkgehalt: etwas Kalk ist vorhanden, hauptsächlich in Form von gleichzeitig mit der Entstehung der Schicht eingelagerten Kalkkörnern.

Korngrößenverteilung: Die Korngrößen zeichnen sich dadurch gegenüber allen anderen Teilen des Profils aus, daß sowohl sehr grobes als auch sehr feines Material zum Teil völlig, z. T. sehr weitgehend fehlt. Die Schicht besteht in der Hauptsache aus einem Material von einer Korngröße zwischen 60 und 500  $\mu$ .

Große Quarzkörner: sind kaum vorhanden.

Beimengungen: sind kaum vorhanden.

Deutung: Der Schicht besteht aus einem sehr gut sortierten Material, das unter sehr gleichmäßigen Bedingungen, vielleicht durch Wind, evtl. durch Wasser, abgelagert wurde. Solifluktion fand nicht statt.

**Schicht 6.**

Tiefenlage: 1,35—2,37 m.

Schichtung: Einregelung von Körnern oder Schichtung ist nicht zu erkennen.

Farbe: rotbraun, nach oben heller werdend (Übergang zu Löß).

Schnecken­schalen: In der oberen Hälfte der Schicht finden sich reichlich zerbrochene Schnecken­schalen.

Kalkgehalt: Die Schicht enthält, verglichen mit der starken Kalkarmut des Gesamtprofils, verhältnismäßig reichlich Kalk. Er findet sich in Form von syngenetisch eingelagerten Kalkkörnern und als epigenetisch zugewanderter Kalk. In den obersten Teilen der Schicht auch als kleine, weiße Kalkkriställchen in Hohlräumen.

Korngrößenverteilung: Das grobe Material dominiert über die eigentliche Lößkorngröße.

Große Quarze: Einzelne Abschnitte der Schicht enthalten sehr große Quarzkörner mit einem Durchmesser bis mehr als 1 mm, nach oben verschwinden diese groben Quarze.

Beimengung: Keupermaterial, meist etwas korrodiert, ist beigemengt.

Deutung: Die Schicht besteht aus einer Mischung von Löß, wahrscheinlich auch Lehm und Keupermaterial. Bei der Suche nach der Entstehung wird man in erster Linie an Solifluktionvorgänge zu denken haben.

#### Schicht 7.

Tiefenlage: 0,50—1,35 m.

Farbe: hellgelb bis gelb, in den tieferen Lagen Übergang zu bräunlicher Färbung.

Schnecken- und Schnecken-: es sind reichlich unzerbrochene Schnecken- und Schnecken- vorhanden.

Schichtung: in den tieferen Partien ist etwas Schichtung angedeutet. Nach oben verliert sie sich. Eine Kornorientierung ist nicht zu erkennen, was darauf zurückzuführen ist, daß so gut wie keine plattigen oder gestreckten Komponenten auftreten.

Kalkgehalt: Der Kalkgehalt nimmt nach oben weiter zu und verleiht dem Gestein den Habitus eines echten Lösses. Kalk findet sich sowohl syngenetisch eingelagert als auch epigenetisch umgelagert, vor allem reichlich als Häutchen an der Oberfläche der Quarz- und anderen Körner, aber auch in Hohlräumen in Form von kleinen weißen Kriställchen.

Korngrößenverteilung: das grobe Korn tritt zurück, die eigentliche Lößkorngröße ist am stärksten vertreten. Der feine Schlämmrückstand nimmt zu.

Große Quarzkörner: große Quarzkörner treten zurück. Ihr Durchmesser liegt wenigstens unter 1 mm.

Beimengung: Artfremdes Gestein fehlt.

Deutung: Die Schicht besteht aus äolischem Lößmaterial. In den tieferen Lagen herrscht noch ein geringer Wechsel in den Sedimentationsbedingungen, hervorgerufen vielleicht durch einzelne Niederschläge, vor. Die oberen Lagen bestehen aus rein äolisch abgelagertem Löß, ohne daß irgendein Rhythmus bei der Ablagerung zu erkennen wäre.

#### Schicht 8.

Tiefenlage: 0—0,50 m.

Schichtung: Es sind weder Schichtung noch Kornorientierung zu erkennen. Die Bodenbildung hat diese, wenn sie vorhanden waren, zerstört.

Farbe: dunkelbraun, typische Farbe einer alluvialen Bodenbildung auf Löß.

Schnecken- und Schnecken-: nur noch in kleinen Bruchstücken vorhanden.

Kalkgehalt: Der Boden ist weitgehend entkalkt. Es finden sich keine Kalkkörnchen mehr.

Korngrößenverteilung: Die größte Korngröße nimmt — wie es bei Lehmen sehr häufig der Fall ist (GUENTHER 1953b) — wieder zu. Die Lößkomponente überwiegt jedoch.

Große Quarzkörner: sind nur selten vorhanden. Das Gestein entspricht darin durchaus einem Löß.

Beimengungen: Keuperbeimengungen finden sich nur in ganz unbedeutender Menge.

Deutung: Die Schicht ist ein (alluvial) durch Bodenbildung veränderter Löß.

### III. Ausdeutung der feinstratigraphischen Untersuchung

Aus der feinstratigraphischen Untersuchung des Diluvialprofils von Murr sind einige Ergebnisse abzuleiten, die über die engere Umgebung hinaus Bedeutung haben. Es zeigt sich, daß verschiedenartige Färbung in Fällen, wo mit stärkeren Umlagerungen gerechnet werden muß, für die Gliederung eines Lößprofils wenig

geeignet ist. Gesteinsmaterial des vordiluvialen Untergrundes, das keine Kennzeichen eines äolischen Transportes aufweist, kann den diluvialen Lössen und Lehmen durch Solifluktion oder durch Wassertransport, also sowohl in kalten wie in nicht kalten Zeiten, beigemischt werden.

Wie bereits POSER zeigte, scheint der Niederschlag während der letzten Vereisung eine nicht unbedeutende Rolle gespielt zu haben. Seinen Einfluß bei der Bildung von Ablagerungen in Lößgebieten wird man weit stärker, als dies bisher geschah, in Rechnung zu setzen haben.

Für die diluvialen Ablagerungen von Murr ist wichtig, daß das untersuchte Profil einen starken Wechsel in den Ablagerungsbedingungen erkennen läßt. Dies ist in vollem Umfange jedoch nur mit Hilfe von sehr eingehenden Untersuchungen zu erkennen. Da die Ausdeutung einzelner Merkmale erst nach der Analyse von einer ganzen Anzahl von Profilen mit wirklicher Sicherheit durchgeführt werden kann, muß die folgende Zusammenstellung in einzelnen Abschnitten noch mit Zurückhaltung besprochen werden. Die vorliegende Untersuchung verzichtet auf die zeitliche Eingliederung und versucht lediglich das komplizierte Bild der Schichtfolge zu entwirren. Vor allem FREISING hat sich eingehend (1951, 1952, 1953) mit der Altersdatierung von württembergischen Diluvialprofilen befaßt.

Nach der Schichtfolge von Murr ergibt sich folgender Ablauf:

8. Alluvialer Boden (warmes Klima).
7. Äolischer Löß (kaltes Klima).
6. Löß und Keupermaterial, wahrscheinlich als Fließerden verfrachtet (kaltes Klima).
5. Sehr gut sortiertes Lößmaterial. Für normal äolisch abgelagerten Löß jedoch zu kalkarm. Entstanden wahrscheinlich unter Wassereinfluß (vielleicht auch Wind), Solifluktion kann ausgeschlossen werden.
4. Lehm, alter Boden (warmes Klima).
3. Die Schicht besteht zum kleineren Teil aus äolischem Lößmaterial, zum größeren Teil aus feinstem Keuperschutt. In den tieferen Abschnitten ist dieser wenig verändert, in den höheren Lagen etwas korrodiert. Abgelagert wahrscheinlich unter Wasser, vielleicht auch unter Windeinfluß. (Fast durchgängig entkalkt.)
2. Die Schicht besteht aus ursprünglich äolisch korrodiertem Lößmaterial, das eventuell als Fließerde umgelagert wurde (wahrscheinlich kaltes Klima).
1. Vor allem Keuperschutt. Äolisches Material tritt stark zurück. Die Ablagerung erfolgte wahrscheinlich durch Wasser (kaltes Klima).

Das Profil umfaßt also zunächst eine untere Folge, die älter ist als ein alter, in warmer Zeit gebildeter Boden. Sie beginnt mit einer Aufarbeitung des vordiluvialen Untergrundes, vor allem mit Hilfe von Wasser. Darüber folgt Lößablagung und dessen Umlagerung als Fließerde. Diese Abfolge dürfte in kühlerem bis kaltem Klima entstanden sein. Die darüber liegende Schicht leitet zu einer Warmzeit über, es findet Transport der liegenden Sedimente durch Wasser statt.

Über einer warmzeitlichen Bodenbildung folgt zunächst wieder vorherrschend Wassertransport. Die nächste kalte Phase wird gekennzeichnet durch Fließerden, über denen die Bildung eines äolisch abgelagerten Lösses folgt.

Dieser an sich sinnvolle Ablauf hat zunächst nur örtliche Bedeutung, und es bedarf weiterer Untersuchungen, um auch hier zu allgemein gültigen Ergebnissen zu gelangen.

## Angeführte Schriften

- FREISING, H.: Die Deckschichten der eiszeitlichen Flußkiese von Steinheim an der Murr (Landkreis Ludwigsburg). - Jahresh. geol. Abt. württ. statist. Landesamt 2. 1952. - - Neue Ergebnisse der Lößforschung im nördlichen Württemberg. - Ebendort 1. 1951. - - Führer zur Exkursion der Deuqua am 20. 9. 53 nach Mühlacker, Lauffen etc. (Ms.)
- GUENTHER, E. W.: Methoden zur Untersuchung von Lössen. - N. Jb. Geol. Pal. Mh. 1953 (a). - - Feinstratigraphische Untersuchung eines Lößprofils von Riegel am Kaiserstuhl. - N. Jb. Geol. Pal. N. 1953 (b).
- POSER, H. & HÖVERMANN, J.: Untersuchung zur pleistozänen Harz-Vergletscherung. - Abh. braunschw. wissensch. Ges. 3. 1951.

Manusk. eingeg. am 5. 11. 1953.

Anschrift des Verf.: Prof. Dr. E. W. Guenther, Kiel, Olshausenstr. 40-60, Geolog. Institut der Universität.