

B. Feinstratigraphische Untersuchung des Lößprofiles von Ried bei Neuburg

von E. W. Guenther, Kiel

Wenige Kilometer von Neuburg liegt nördlich der Donau die kleine Ortschaft Ried. In einer Ziegeleigrube (Besitzer Herr R u c k e r) ist hier ein mehr als 6 m mächtiges Pleistozänprofil erschlossen. Die Grube befindet sich in einer flachen Geländesenke. Den Untergrund bilden Schichten des Malm.

Durch den Fund eines Artefaktes, dessen Altersdatierung interessiert, hat diese Grube eine besondere Bedeutung erhalten. Auf Anregung von Herrn Prof. Dr. L. Z o t z wurde daher der Versuch unternommen, mit Hilfe von sedimentpetrographischen Untersuchungen die einzelnen Schichten des Profils altersmäßig einzugliedern.

Im Frühsommer 1954 wurde ein Analysenlackfilm angefertigt. Die Ziegeleigrube hatte damals eine etwa 100 m lange Ost-Wand. Der schichtige Aufbau der pleistozänen Ablagerungen ließ sich durchgehend verfolgen. Eine Steinsohle im untersten Teil der Wand, sowie ein kleiner Geröllhorizont etwa 2 m höher, waren auf längerer Strecke mehrfach aufgeschlossen. Aus der Steinsohle stammt der vorhergehend S. 189 ff. von L. Z o t z behandelte Faustkeil.

Ein alle Schichten enthaltender Lackfilm (Methode in G u e n t h e r 1953) wurde wegen der besseren Zugänglichkeit an der damals etwa 10 m langen Nord-Wand angefertigt. Kleinere, von besonders wichtigen Schichtabschnitten zusätzlich hergestellte Lackfilme stammen von der Ost-Wand.

Bei Arbeiten in der Grube half mir dankenswerterweise Herr cand. geol. I r m i n F r u t h aus Neuburg a. d. Donau. Ihm verdanke ich auch die Zusendung weiterer Proben, sowie die Anfertigung eines Lackfilms in der Ziegeleigrube von Mauern.

Bereits 1953 hatte Herr Dr. K. B r u n n a c k e r das Profil der Ziegeleigrube von Ried aufgenommen, wobei er bodenkundliche Untersuchungsmethoden in den Vordergrund stellte. Die Ergebnisse sind in einer Arbeit über „Die Geschichte der Böden im jüngeren Pleistozän in Bayern“ (1957) veröffentlicht worden. B r u n n a c k e r hatte bewußt auf Laboratoriumsuntersuchungen verzichtet und es schien interessant zu überprüfen, wie weit feinstratigraphische Untersuchungen in der Lage sind, zusätzlich Neues auszusagen.

Die sedimentpetrographischen Arbeitsmethoden berücksichtigen die mineralogische und chemische Gesteinszusammensetzung und das Korngefüge. Dieses betrachtet die Beziehungen der Struktur der Körner und der Textur des Gesteins. Strukturuntersuchungen befassen sich mit absoluter und relativer Größe der Gefügekörner, mit Gestalt und mit Ausbildung der Kornoberflächen. Texturuntersuchungen befassen sich mit Kornregelung, Kornsortierung, dem Grad der Raumerfüllung und der gegenseitigen Verknüpfung der Gefügekörner.

Erst aus verschiedenartigen Analysen der Gesteinszusammensetzung und des Gefüges ergibt sich ein Merkmalskomplex, der für bestimmte Entstehungsbedingungen kennzeichnend sein kann.

Das Profil von Ried besteht aus einzelnen Abschnitten, die jeweils durch bestimmte Vorgänge, wie Windverfrachtung, Solifluktion, Wassertransport und Bodenbildung ihr Gepräge erhalten haben. Wenn diese Bildungsbedingungen mit Hilfe der Analysen richtig erkannt sind, läßt das Profil einen Klimaablauf erkennen und es ergibt sich die Möglichkeit, zu überprüfen, wie weit dieser dem generellen Klimageschehen des Pleistozäns einzugliedern ist.

I. Methoden der Untersuchung

a) Fragen der Gesteinszusammensetzung

Zur Kalkgehaltsbestimmung wurden die Proben mit fünfprozentiger kalter Salzsäure zersetzt und das Volumen des entstandenen Kohlendioxydgases gemessen (Versuchsordnung nach Scheiben. Nähere Angaben in *Schulze - M u h s*, 1950). Sind Luftdruck und Temperatur bekannt, so läßt sich hieraus der Karbonatgehalt näherungsweise errechnen. Praktisch wird bei dem Versuch fast nur der Kalkgehalt erfaßt, da die anderen Karbonate bei Zimmertemperatur wesentlich schwerer zersetzlich sind und auch im Verhältnis zu Kalk nur in geringen Mengen vorkommen.

Mit genauen chemischen Analysen haben *M e i g e n - S c h e r i n g* (1914) von Lössen des südlichen Oberheintales den in Salzsäure löslichen Anteil voll erfaßt. Es ergab sich ein molekulares Verhältnis von $\text{CaCO}_3 : \text{MgCO}_3 = 6 : 1$. Hinzu kamen geringe Reste von in Salzsäure leicht zersetzlichen Silikaten. Verschiedentlich hat sich gezeigt, daß erst ein enger Analysenabstand im Profil ein verständliches Bild ergibt, worauf z. B. auch *F r e u n d* (1955) hinwies. Wechsel der Kalkgehalte mit der Höhe, selbst innerhalb von äußerlich einheitlichen Schichten, ist die Regel (siehe auch Bild 1. Kalkgehaltskurve). Zudem kann die Kalkwanderung innerhalb eines Profils mit wenigen Analysen nicht erfaßt werden. Der Kalk wird primär in Form von Kalkkörnchen und Pulmonaten-Schalen eingelagert. Sekundär umgelagert findet er sich in Form von Kalkhäutchen, die Quarz und andere Körnchen umgeben, als Porenfüllung z. B. bei Lößkonkretionen und in kleinen Hohlräumen z. B. als Bieloklaska.

Kalkreicher Löß ist im allgemeinen heller als kalkarmer Löß. Dunkelfärbung, vor allem braune Farbe, steht meist in Zusammenhang mit der Ausfällung von Eisenhydroxyd. Auch Manganflecken und stellenweise Humusstoffe können eine Rolle spielen. Die Helligkeitswerte (auf Abb. 1) wurden mit Hilfe einer Selenzelle gemessen. Die Kurve gibt nur relative Werte. Vielfach finden sich in Lössen kleine Stückchen von meist in der Nähe anstehenden Gesteinen. Oft sind sie nur wenig abgerollt und lassen keine Politur erkennen. In nur durch Wind herangeführtem Lößstaub fehlt in der Regel diese Art von Beimengungen. Fließerden führen sie, wenn die örtlichen Verhältnisse es erlauben, und auch in durch Wasser umgelagerten Schichten sind sie anzutreffen. In der Schichtfolge von Ried sind vor allem dunkle Gesteinsstückchen vorhanden. Die Rubrik Gesteinsbeimengungen (Bild 1) gibt nur relative Werte.

b) Untersuchungen des Gefüges

1. Fragen der Struktur

Die Untersuchungen der Korngrößen wurden mit einem Schlämngerät durchgeführt, das die Möglichkeit gibt, die in bestimmten Zeiteinheiten abgesunkenen Teilchen nach Größenfraktionen getrennt wiederzugewinnen (Guenther 1953a). Die Sedimentation fand in einem Schlämmzylinder von 65 cm Höhe bei einer Temperatur von $\pm 18^{\circ}\text{C}$ statt. Die Kurven auf Abbildung 1 stellen den auf Prozente umgerechneten Teil der Proben dar, der innerhalb einer Stunde abgesunken war. Die feineren Teilchen unter etwa $15\ \mu$ wurden nicht berücksichtigt.

Mißt man unter dem Mikroskop die Größe der Körnchen einer bestimmten Sinkgeschwindigkeit, so zeigt sich, daß nicht ausschließlich die Teilchen vorhanden sind, deren Größe der errechneten Fallzeit entspricht. Gleichzeitig mit Quarzkörnern mit einem Durchmesser von $40\ \mu$ sind z. B. Glimmerplättchen mit einer Größe von mehr als $100\ \mu$ am unteren Ende des Rohres angekommen. Trägt man auf einem Koordinatensystem die Anzahl der Körner und die Korngröße auf Abszisse und Ordinate ab, so ergibt sich eine Gauß'sche Verteilungskurve, deren Basis weit über den z. B. nach der Stokes'schen Formel errechneten Wert hinausreicht. Die den Korngrößenkurven beigegebenen Größenangaben tragen dem Rechnung. Sie geben den mittleren Wert einer sehr großen Zahl von mikroskopischen Messungen der absoluten Größe der einzelnen Schlämmfraktionen an.

Nicht selten finden sich auch in äolischen Lössen vereinzelte, besonders große Quarzkörnchen, die nicht in der Luft als Staubsuspension, sondern auf der Erde rollend und springend herangeführt wurden. Vielfach sind sie nur schlecht abgerollt, haben also nur eine kurze Beanspruchung erfahren. Die in der Kurve „Größte Quarzkörner“ dargestellten Werte zeigen das jeweils größte Quarzkorn einer Probe von 1 g Gewicht.

Die Untersuchung der Kornpolitur gibt Aufschluß über die Art der Abrollung, die zuletzt auf ein Korn eingewirkt hat. Neben vielen indifferenten Körnern finden sich Quarzkörner mit glasig-glatte Oberfläche und mit mattierter Oberfläche, die bei entsprechender Vergrößerung aussehen, als seien sie mit Puder bestäubt. Auf Bild 1 sind lediglich typische Kornpolituren ausgewertet worden.

In zahlreichen Untersuchungen (z. B. Cailleux 1952) wurde gezeigt, daß matte Politur durch Windschliff, glasklare Politur durch Schliff im Wasser entsteht. Walter (1950) vertrat eine andere Ansicht, die sich bisher jedoch nicht bestätigen ließ.

2. Fragen der Textur:

Die Beurteilung eines Lagerungsgefüges bezieht sich in erster Linie auf die Orientierung der einzelnen Teilchen im Raum (Richtungsgefüge) und auf die Verteilung der Körnchen im Gestein. (Ortslage der Gefügeelemente).

Auch in lößartigen Sedimenten finden sich Körner, die durch eine gestreckte Form oder durch ebene Begrenzungsflächen gut erkennbare morphologische Bezugsrichtun-

gen besitzen. Sind derartige Körner mehrfach so groß wie die durchschnittliche Korngröße des Sedimentes, dem sie auflagern, so wird sich die morphologische Bezugsrichtung in der Mehrzahl der Fälle \pm parallel zur Auflagerungsfläche einregeln. Die Strenge der Einregelung hängt von den Struktureigenschaften des Sedimentes und von den Ablagerungsbedingungen ab. Umlagerungsvorgänge ändern ein früheres Richtungsgefüge.

Die Untersuchung der Kornorientierung erfolgt an ungestörten Proben. Zu ihrer Ermittlung genügt ein Stück Lackfilm von 4 cm² Fläche und 1 mm Dicke.

Die absolute Lage einer Bezugsebene oder Achse wird mit dem Universaldrehtisch gemessen. In vielen Fällen gibt jedoch schon die Untersuchung der Kippelage wertvolle Hinweise. Hierfür wird lediglich der Neigungswinkel der Ebene oder Achse gegen die Horizontale festgestellt. Die Himmelsrichtung, in der die Kippung erfolgte, wird vernachlässigt. (Näheres über die Methode soll in Guenther 1959 oder 1960 ausgeführt werden.)

Bild 2 zeigt Richtungsdiagramme von Proben aus verschiedenen Tiefen des Rieder Profils. Die zu jedem Strahl gehörende Gradzahl kennzeichnet den jeweiligen Winkel der Kippung. Die Messungen wurden zu Zehnerwerten zusammengezogen. Auf den einzelnen Strahlen ist die jeweilige prozentuale Menge der in der betreffenden Kippelage geneigten Körner abgetragen.

Die Genauigkeit der Darstellung wird durch mehrere Faktoren beeinflusst. Die Kippung der Achsen oder Ebenen wird unter dem Binokular gemessen, wobei nur solche Bezugsgrößen berücksichtigt werden, die die Form der Körnchen maßgebend beeinflussen. Hierbei ist ein individueller Auswahlfaktor nicht zu vermeiden. Nur die Kippelage von Körnern, deren größter Kippwinkel in der Ebene des Objektisches des Mikroskopes liegt, läßt sich exakt einmessen. Sind Bezugsebene oder Achse gegen das Okular geneigt, muß der Winkel geschätzt oder bei extremen Fällen vernachlässigt werden. Die Probeentnahme liefert in der Hauptsache ungestört liegende Körner, doch sind in einzelnen Fällen Lageveränderungen möglich. Die Zuverlässigkeit der Diagramme hängt maßgeblich von der Anzahl der gemessenen Winkel ab. Je Diagramm sollten wenigstens 300 Messungen durchgeführt werden.

Die Figuren auf Bild 2 sind mit Zahlen von 1—9 durchnummeriert. Um die genaue Lage der Proben im Profil anzugeben, sind diese Zahlen auf Bild 1 (in Kreisen) angegeben.

Die erste Regelung des Gefüges findet bei der Sedimentation statt. Später können Sackung, chemische und physikalische Materialwanderungen, kryoturbate Vorgänge oder mit Bodenbildungen in Zusammenhang stehende Prozesse ein älteres Lagerungsgefüge bis zur Unkenntlichkeit verändern.

Bei der Ausdeutung der Gefügediagramme von Lössen fehlen noch Erfahrungen, auch zeigt nur ein Teil der Diagramme eine für bestimmte Entstehungsbedingungen typische Ausbildung. Einzelne Diagramme des Rieder Profils lassen sich jedoch bestimmten Entstehungsbedingungen zuordnen.

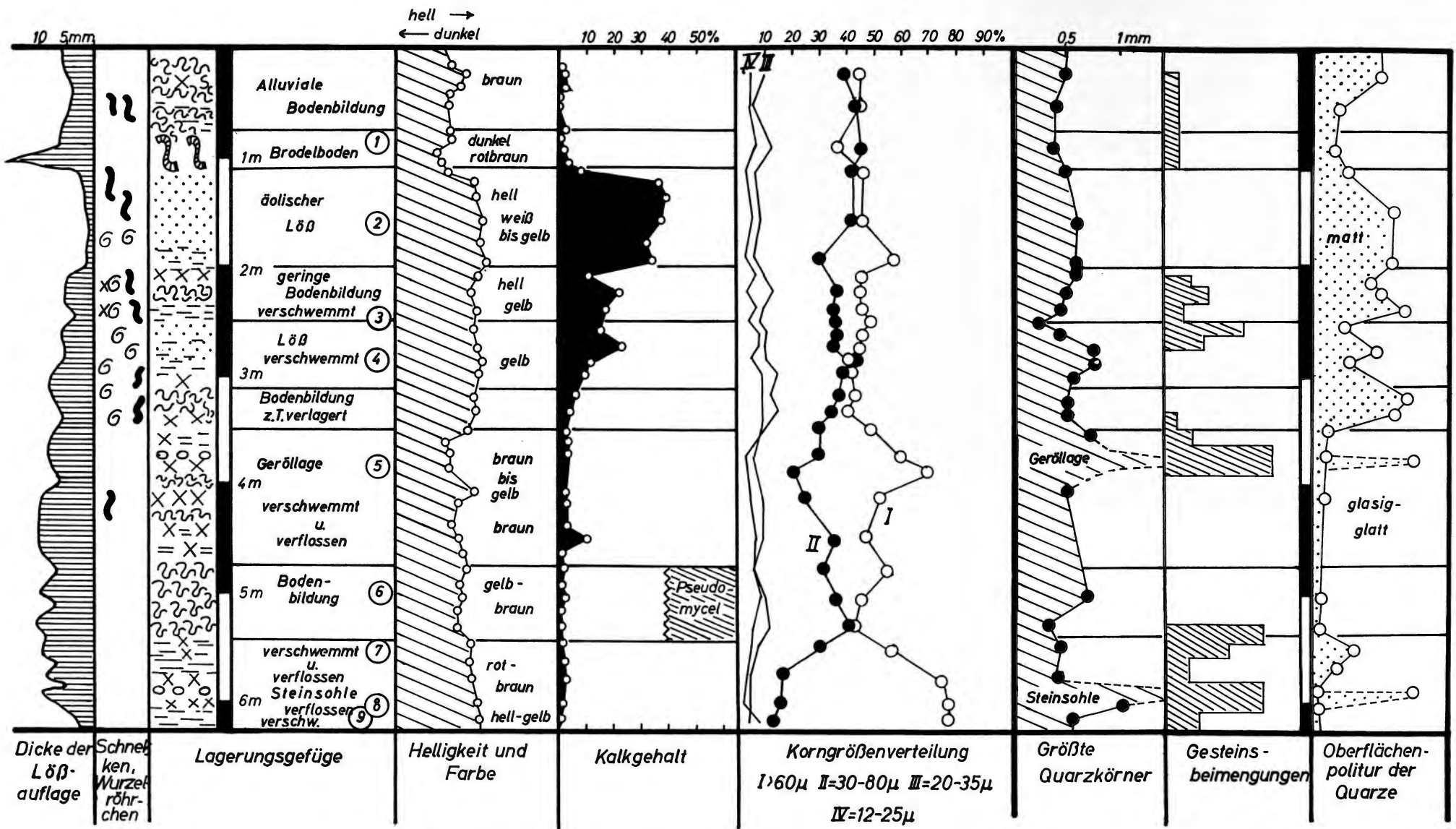


Bild 1. Feinstratigraphische Analysen des Pleistozän-Profiles von Ried bei Neuburg

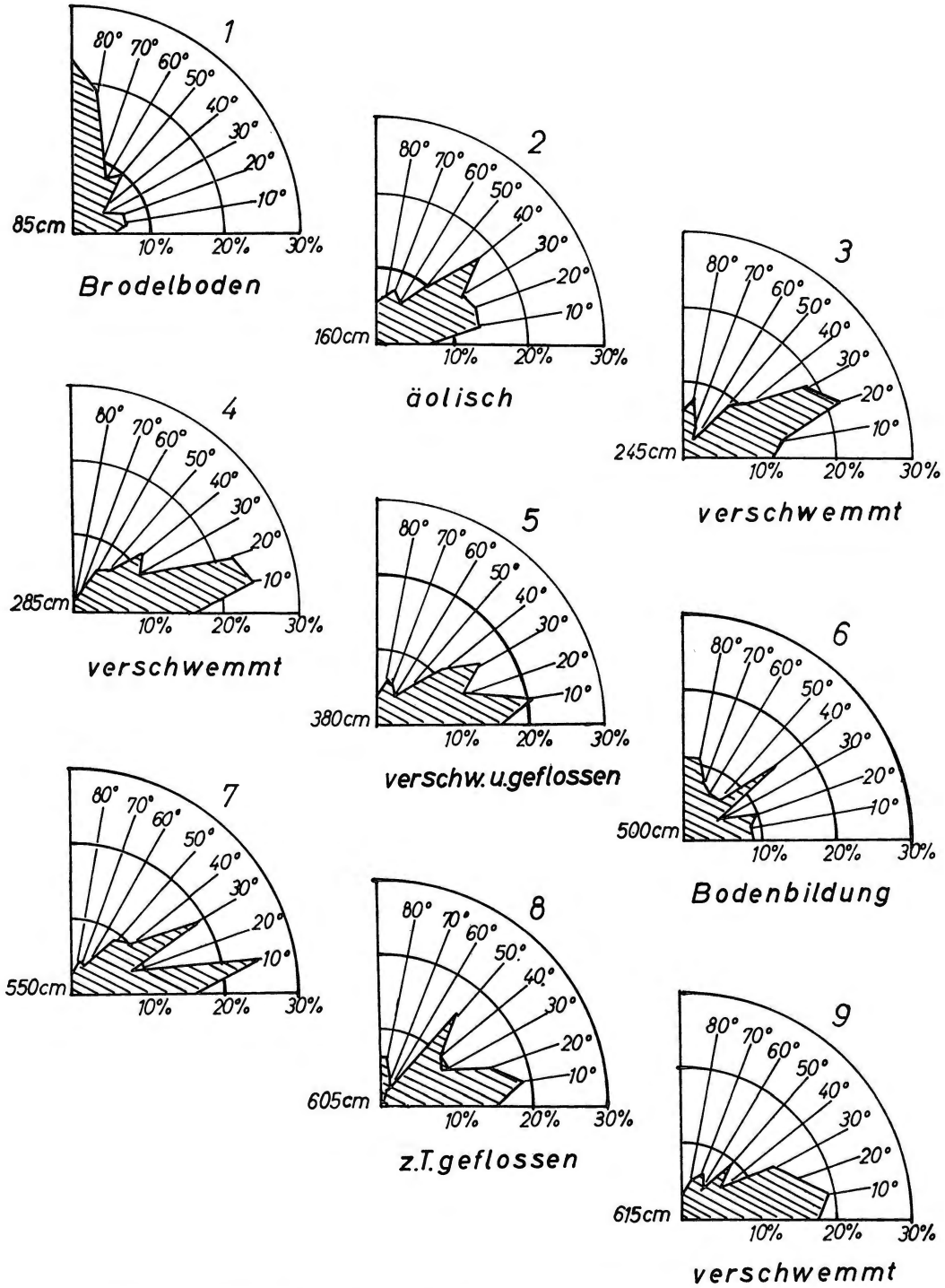


Bild 2. Kippage von Körnern und Ebenen von Proben aus dem Rieder Profil.

1. Gefügeregelung während der Ablagerung des Sedimentes

a) Durch bewegtes Wasser herangeführtes Sediment

Beispiele hierfür geben auf Bild 2 die Diagramme 3 und 9. Die Einregelung parallel zur Auflagerungsfläche ist sehr gut.

Vielfach findet eine Art von Einschlämmung statt, die schon bei der Sedimentation die Kugelpackung etwas verdichtet. Mitunter zeigt sich auch bei Lössen feinste Schichtung, die sich vor allem in einer schichtweise geringfügig verstärkten Adhäsion oder auch Verkittung bemerkbar macht. Der Materialtransport erfolgt durch Wasserläufe oder flächenweise durch Niederschlag.

Kaltes oder auch kühles Klima ist nicht Voraussetzung, doch hindert eine durchgehende Vegetationsdecke meist diese Art der Materialwanderung. Die durch Wassertransport abgelagerten Sedimente werden mit dem Ausdruck „verschwemmt“ bezeichnet.

b) Durch Wind herangeführter Löß

Ein Beispiel hierfür gibt Bild 2, Diagramm 2. Das Richtungsgefüge ist zwar deutlich anisotrop, jedoch umfaßt die Einregelung häufig ein etwas größeres Intervall, als bei wassertransportierten Ablagerungen. Das Sediment wurde mit einem lockeren, porenreichen Gefüge abgelagert.

Auf weitere Strecken vegetationsarme oder -freie Gebiete sind eine Voraussetzung für die Entstehung des äolischen Lösses. Sie finden sich im Diluvium Europas während kalter Klimaabschnitte. Trockenheit begünstigt die Lößverblasung.

c) Als Fließerden herangeführte Sedimente

Ein nicht sehr gutes Beispiel gibt Diagramm 8. Die Einregelung ist gering oder fehlt, die Kornbindung durch Adhäsion ist häufig recht deutlich. Materialtransport in Form von Fließerden ist an die kalten Zeitabschnitte des periglazialen Klimas gebunden, jedoch läßt sich auch heute in Lößgebieten mit mangelhafter Vegetationsdecke bei plötzlichen starken Gewitterregen ein großzügiger Materialtransport in Form einer Schlammflut beobachten. Da noch nicht bekannt ist, wie sich eine derart entstandene Ablagerung im Materialaufbau von periglazialen Fließerden unterscheidet, wird für beide Möglichkeiten der indifferente Ausdruck „geflossen“ verwendet.

2. Gefügeänderung nach beendeter Sedimentation

a) Bodenbildung

Ein Beispiel gibt Diagramm 6. Das ursprüngliche Lagerungsgefüge wird zerstört. Bodenfauna und Flora (Durchwurzelung) verursachen eine Materialmischung. Ergebnis der Bodenbildung ist eine mehr oder weniger ungerichtete, statistisch isotrope Kornorientierung. Je nach Klima und Untergrundsbedingungen entstehen auf lößartigen Ablagerungen verschiedene Arten von Böden. Braunerde und Schwarzerde bezeugen ein mehr oder weniger gemäßigtes Klima.

b) Bildung von Strukturböden (z. B. Brodelböden)

Verschiedene Arten von Änderungen des ursprünglichen Gefüges finden sich in Auf-tauböden. Hierbei kann Materialwanderung in vertikaler Richtung eintreten. Abb. 2, Diagramm 1 zeigt für diesen Fall ein gutes Beispiel. Mehr als 50 % der Bezugsebenen und Achsen sind zwischen 70° und 90° steil gestellt, Strukturböden entstehen bei periglazialen Klimaverhältnissen.

II. Beschreibung der Schichtfolge

Die Schichten des Rieder Profils werden entsprechend der Altersfolge von unten nach oben besprochen.

5,40—6,20 m Zum Teil wasserumgelagerte, zum Teil geflossene Schicht.

Das Material, das sich durch einen höher liegenden Anteil an gröberen Teilchen, als dies bei Lössen die Regel ist, auszeichnet, ist kalkarm. Die grobe Fraktion (über 50 %) besteht vorwiegend aus gelblichen, gut abgerollten Quarzkörnern. Die untersten Lagen zeigen einen geringen Prozentsatz an mattierten Körnern, was für Abrollung durch Wasser spricht. Von einer Tiefe ab 5,90 m nimmt die Mattierung nach oben zu, (zum Teil auf über 40 %), was wohl in erster Linie auf Abnutzung durch Wind zurückzuführen ist. Der Antransport dagegen erfolgte, wie die Kornregelungsdiagramme (Bild 2, Diagramm 7—9) zeigen, wenn überhaupt, nur zum geringsten Teil durch Wind. Wassertransport, vor allem wohl durch Niederschläge, wobei Körnchen für Körnchen verschwemmt wurden, und Erdfließen, wie es unter periglazialen Klimabedingungen häufig ist, herrschen vor.

In einer Tiefe von 5,90 m liegt eine Steinsohle, deren Gerölle einen Durchmesser bis zu mehr als 6 cm erreichen. Eine Geröllanalyse führte freundlicherweise Herr Dr. W. Treibs vom Bayerischen Geologischen Landesamt durch. Es fanden sich aus Kreideschichten stammende grobe Quarzgerölle, quarzitisches Sandsteine und scherbenförmige Limonitsandsteine. Stücke von verkieseltem Holz könnten ebenfalls aus der Neuburger Kreide kommen, vielleicht auch aus obermiozänem Flinz. Konzentrisch gestreifte Hornsteine gibt es im oberen Weißjura. Alle Gerölle entstanden also bei der Aufarbeitung von Schichten, die heute noch im Raume Neuburg-Wellheim anstehen (Scheid 1915 und Fruth 1956). Die Windpolitur ist deutlich, es finden sich sogar Windkanter. Die Gerölle waren also längere Zeit der Windeinwirkung ausgesetzt und wurden dann in der letzten Transportphase wohl als Fließerden herangeführt. Aus diesen Schichten stammt der Faustkeil.

Der Profilschnitt ist die Ablagerung einer kalten Klimaphase in der Solifluk-tionsvorgänge aber auch Wasserverschwemmung Oberflächenschichten umlagerten. Windeinwirkung ist deutlich, obschon der Profilschnitt keinen in der letzten Phase windabgelagerten Löß enthält. Nur entkalktes Gestein wurde zugeführt und man könnte daran denken, daß es sich um ein Material handelt, das bereits durch die Bodenbildung einer wärmeren Klimaphase verwittert war.

In diesem Falle wäre folgender Klimaablauf möglich. Zunächst eine warme Zeit mit einer intensiven Bodenverwitterung. Dann eine kalte Zeit mit Windeinwirkung (die Korrosion könnte vielleicht auch älter sein). Und zuletzt eine kalte bis kühle Zeit mit Fließerde-Bildungen und verstärkter Wasserwirkung (Niederschlag).

Die Steinsohle liegt altersmäßig in der kalten bis kühlen Phase. Ihr Gesteinsmaterial lag wenigstens in der vorausgehenden kalten Phase der Windeinwirkung an der Oberfläche, kann aber auch aus einer wesentlich älteren Terrasse umgelagert sein. Nur das Mindestalter, nicht das Höchstalter läßt sich festlegen.

4,75—5,40 m Bodenbildung einer warmen Zeit.

Die Korngrößen über 60μ sind zugunsten der nächstkleineren Fraktionen zurückgegangen. Mattierte Körner fehlen. Eine Kornregelung ist nicht zu erkennen. Es finden sich Reste von Pseudomycelien.

Brunnacker (1957) spricht von einer ehemaligen Braunerde, die „an der bröckelig-säuligen Reliktstruktur des Bg-Horizontes des gleyartigen Bodens erkennbar sein“.

3,50—4,75 m Verschwemmte und verflossene Serie.

Die Schicht ist kalkarm und besteht im wesentlichen aus umgelagertem Material eines älteren Bodens. Die größeren Kornfraktionen nehmen wieder, vor allem in den höheren Lagen, zu. Größere Körnchen, vorwiegend Quarz, sind meist gut gerundet. Mattierung findet sich vor allem im oberen Teil der Schicht. In einer Tiefe von 3,75 m liegt eine dünne Schicht mit Geröllen, die einen Durchmesser von mehreren Zentimetern erreichen können. Soweit sich erkennen läßt, fehlt eine deutliche Windpolitur.

Die Deutung des Klimas dieser Schichtserie ist schwierig. Sie konnte wohl nur bei mangelhafter Vegetationsdecke entstehen. Fließerdebildungen sprechen für kühles bis kaltes Klima. Auffallend sind die Hinweise auf verstärkten Wassertransport. Man könnte daran denken, daß nicht nur ein kühles bis kaltes, sondern auch ein niederschlagsreiches Klima die Ablagerung beeinflußt hat.

3,15—3,55 m Das Gefüge dieser Schicht spricht für eine Bodenbildung. Die Korngrößenverteilung bevorzugt wieder die kleineren Fraktionen. Zum ersten Male erscheinen in großen Mengen mattierte Quarzkörner. Ein grünes, nicht näher untersuchtes Mineral tritt auf. Dunkle Gesteinsstückchen und ein dunkelbraunes, kieseliges Gestein finden sich in den Kornfraktionen über 60μ . Vielleicht entstand die Schicht aus zusammengeschwemmtem, vorwiegend lößartigem Material, das zum Teil durch eine Bodenbildung verändert wurde.

2,50—3,10 m Verschwemmer Löß.

Der Kalkgehalt nimmt zu, erreicht aber noch nicht die fast doppelt so hoch liegende Kalkmenge des oberen, äolisch abgelagerten Lösses. 30—50 % der größten Quarzkörnchen mit einem Durchmesser zwischen 80 und 500μ zeigen Mattierung. Die Körnung entspricht im ganzen einer Löß-Korngrößenverteilung. Texturuntersuchungen zeigen jedoch eine zum Teil so strenge Einregelung, daß man an Wasserablagerung denken möchte. Wahrscheinlich handelt es sich um Lößmaterial, das in der letzten Phase vorwiegend durch Wasser (Niederschlag) herangeführt wurde.

Das Klima dürfte wieder wesentlich kälter geworden sein.

2,00—2,50 m **Bodenbildung.** 15 cm einer sehr deutlich wasserverschwemmten Schicht leiten zu einem durch eine Bodenbildung veränderten Abschnitt über. Die Entkalkung ist gering. Brunnacker (1957) spricht von einem braunen Verwitterungshorizont, der im Donaugebiet Südbayerns die Stelle eines Tundrennaßbodens einnimmt. Die hangenden Partien leiten mit verschwemmten und verflossenen Lagen zu windabgelagertem Löß über.

Die kalten Phasen der über- und unterlagernden Schichten wurden also vorübergehend durch einen etwas wärmeren und niederschlagsreicheren Zeitabschnitt unterbrochen.

1,10—2,00 m **Windabgelagerter Löß.**

Der Kalkgehalt steigt bis nahezu 40 % an. Ein an sich schon nicht kalkarmer Löß erhielt bei der postdiluvialen Verwitterung der überlagernden Schichten eine weitere Kalkzufuhr. Mattierung ist bei der Mehrzahl der Körner über 80 μ deutlich. Schichtung ist nicht zu erkennen, doch ist eine Kornregelung morphologisch bevorzugter Achsen und Ebenen vorhanden. Diese schwankt innerhalb eines etwas breiteren Intervalls, als dies bei wasserabgelagertem Material meist beobachtet werden kann (Bild 2, Diagramm 2). Das durch Windtransport entstandene Lagerungsgefüge ist in der Hauptsache noch erhalten. Die Schicht repräsentiert den einzigen, in der äolischen Ablagerungsform erhaltenen Löß des Profils. Das Klima dürfte kalt gewesen sein. Spuren von Wassertransport fehlen.

0,75—1,10 m **Kryotubater Boden.**

Ein sehr starker Abfall des Kalkgehaltes grenzt diese Schicht gegen den unterlagernden Löß ab. Gleichzeitig ist ein Rückgang der Mattierung zu erkennen. Die Untersuchung des Richtungsgefüges zeigt, daß längliche Körner und Ebenen vorwiegend steilaufrichtet liegen. Dies entspricht nicht der ursprünglichen Ablagerungsform. Offenbar handelt es sich um einen zunächst entkalkten aber noch eingeregelter Boden, der dann umgelagert wurde.

In einem anderen Gebiet (Niederrotweil am Kaiserstuhl) ließ sich eine derartige Steilstellung von Längsachsen auf die Bildung von Brodelböden zurückführen (Guenther 1959 oder 1960).

Man könnte daran denken, daß im Spätglazial ein zunächst gut eingeregelter Boden, vielleicht Alleröd, in einer kälteren Klimaphase (vielleicht jüngere Dryaszeit) umgelagert wurde. Diese Alterseingliederung kann vorläufig nur den Charakter einer Arbeitshypothese haben.

0—0,75 m **Alluvialer Boden.**

Die Schicht ist weitgehend entkalkt. Das Lagerungsgefüge läßt eine Bodenbildung erkennen, doch zeigen sich vor allem in den tieferen Abschnitten Spuren einer Umlagerung. Brunnacker bezeichnet den Boden als „Braunerde auf oberem Löß“.

III. Zur Frage der Altersdatierung

Das Profil von Ried besteht aus mehreren verschiedenartig entstandenen Schichten. Unter der spätglazialen und holozänen Verwitterungsrinde liegen lößartige Schichten (bis 3,10 m), darunter folgt ein vorwiegend verschwemmter und verflüsselter Abschnitt (3,10—4,75 m), der von einer Bodenbildungszone (4,75—5,40 m) unterlagert wird. Den untersten Teil, der noch aufgeschlossen war (5,40—6,20 m), bildet wieder eine verschwemmte Schicht.

Windabgelagerter Löß und umgelagerte lößartige Schichten werden durch einen geringmächtigen Boden voneinander getrennt. Verschwemmungen, die mit diesem in Zusammenhang stehen, deuten auf den Einfluß von Niederschlagswasser. Bei Bahlingen am Kaiserstuhl findet sich in dem oberen Teil des sogenannten „jüngeren“ Lösses ein Verwitterungshorizont, der in Lage und Ausbildung Ähnlichkeit mit dem Rieder „geringmächtigen Boden“ hat. Er liegt bei Bahlingen etwa 2,50 m unter der alluvialen Verwitterung innerhalb einer wenigstens 10 m mächtigen Schicht von oberem, größtenteils noch in der äolischen Ablagerungsform erhaltenen Löß. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß die Entstehung dieses Bodens in die Zeit der Bildung des Stillfried-B-Horizontes fällt, der von verschiedenen Autoren (z. B. Schwa bed i s s e n 1956) als ein Äquivalent der Paudorfer Humuszzone angesehen wird. Stimmt diese Vermutung, dann wären Stillfried-B, Paudorfer Humuszzone und Bahlinger Bodenbildung örtliche Bezeichnungen für Verwitterungshorizonte der gleichen Zeit.

In vielen Gebieten sind aus dieser Zeitphase nur verschwemmte Böden überlagert. Brun n a c k e r (1957) beobachtete in Südbayern Tundren-Naßböden und Fre i s i n g (in mehreren Arbeiten, z. B. 1953) sprach in Württemberg von Naßböden.

In Stillfried liegt 4—6 m unter dem Stillfried-B-Horizont — von diesem getrennt durch äolisch abgelagerte und durch umgelagerte Löss — ein $\pm 2,50$ m mächtiger Abschnitt, der von F i n k (1954) als Stillfried-A-Komplex bezeichnet wurde. Er zeichnet sich durch zwei Phasen der Bodenverwitterung aus, die durch eine Zeit des Erdfließens und der neuen Lössanwehung voneinander getrennt sind. Das Profil von Ried zeigt in einer Tiefe von 3,15—5,40 m einen entsprechenden Komplex. Eine obere, nicht sehr überzeugende Bodenbildung wird von umgelagerten Schichten unterlagert und darunter liegt eine erneute Bodenbildung. Verschiedentlich wird angenommen, daß der Stillfried-A-Komplex der Göttweiger Verlehmungszone entspricht.

Bei verschiedenen Profilen, wie z. B. in Riegel am Kaiserstuhl, oder bei Ebersbrunn in der Wachau liegen, vielleicht in gleicher stratigraphischer Situation, von Lößlagen eingeschlossen, zwei Böden. Darunter folgt unter einem weiteren Löß ein ± 3 m mächtiger Boden, der sehr wohl der Kremser Bodenbildung entsprechen könnte. Einige Beobachtungen deuten darauf hin, daß die Kremser Bodenbildung dem Eem-Interglazial, der Zeit der Ehringsdorfer Travertinbildung (G u e n t h e r 1958) entspricht, einem Zeitabschnitt, in dem *Palaeoloxodon antiquus* Falc., der Waldelefant, in Mitteleuropa noch häufig auftrat.

Damit ergibt sich eine vielgliedrige Abfolge, wobei die Benennung einzelner Schichten nur als Arbeitshypothese angeführt sei:

- Holozäne Bodenbildung
- Spätglaziale Horizonte
- Löß
- Geringmächtige Bodenbildung (Stillfried-B = Bahlinger Boden)
- Löß
- Boden = Stillfried-A = Göttweiger Boden
- Windabgelagerte und umgelagerte Löss
- Boden = Riegel-D
- Löß
- Kremser Bodenbildung (Eem-Interglazial)
- Löß
- 1—2 schwache Bodenbildungen von Löß getrennt (von Riegel bekannt)
- Löß

Brunnacker (1957) weist darauf hin, daß die Bezeichnungen W_1, W_2 etc. in so verschiedenartigem Sinne gebraucht würden, daß jeweils der Name des betreffenden Autors beigefügt werden müsse, damit man wisse, welche Auffassung gemeint sei. Er verwende daher die stratigraphischen Bezeichnungen, wie sie auf Bild 3 (linke Seite) angegeben sind, als Arbeitsbezeichnungen.

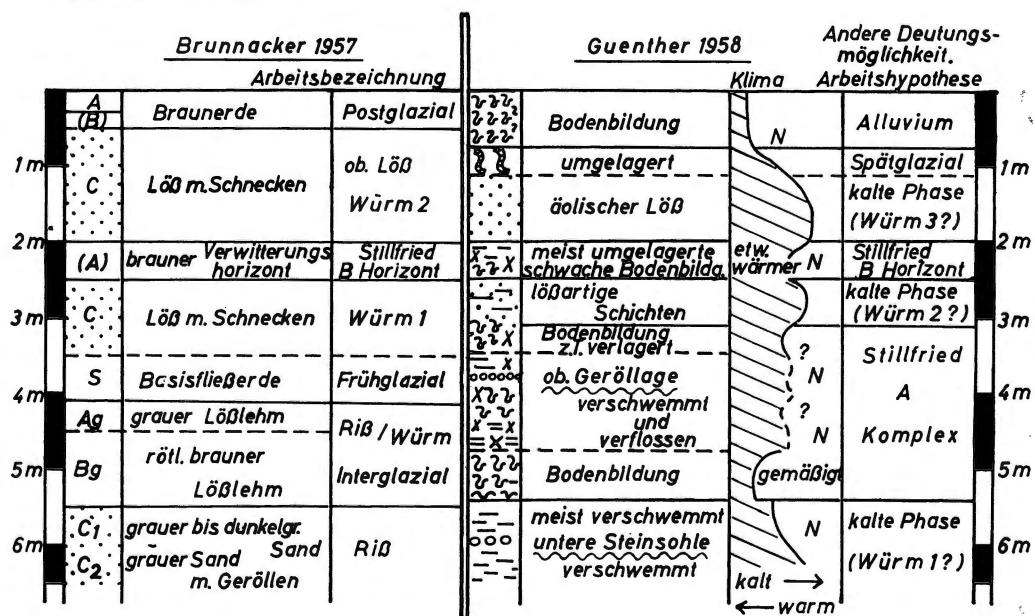


Bild 3. Deutung des Ziegeleiprofils von Ried nach Brunnacker, sowie eine weitere Möglichkeit einer Alterseingliederung.

(N = Entscheidender Einfluß von Niederschlagswasser auf die Sedimentation.)

Eine andere mögliche Deutung wird auf der rechten Seite von Bild 3 gezeigt. Hier ist das Profil von Ried voll der letzten Vereisung eingegliedert. Die kalte Phase, womit die Schichtfolge beginnt und die die untere Steinsohle einschließt, fällt darnach in die Zeit zwischen Göttweiger und Kremser Bodenbildung. Wenn die Zugliederung des Kremser Bodens zum Eem-Interglazial zu Recht besteht, läßt sich die Schicht mit dem Faustkeil zwischen Eem-Interglazial und erstem, besonders warmem Interstadial, das verschiedentlich ebenfalls als Interglazial angesprochen wurde, eingliedern. Da das Material der Steinsohle auch aus älteren Schichten umgelagert sein kann, wäre für den Faustkeil damit lediglich eine Altersabgrenzung nach oben gegeben.

Schrifttum:

- Brunnacker K., Die Geschichte der Böden im jüngeren Pleistozän in Bayern. — Geol. Bavar. 34. 1957.
- Cailleux A., Morphoskopische Analysen der Geschiebe und Sandkörner und ihre Bedeutung für die Paläoklimatologie. — Geol. Rdsch. 40, S. 11—19. 1952.
- Fink J., Die fossilen Böden im österreichischen Löß. Quartär 6, S. 85—107. 1954.
- Freising H., Die Deckschichten der eiszeitlichen Flußkiese von Steinheim a. d. Murr (Landkreis Ludwigsburg). Jh. geol. Abtl. Württ. Statist. L. A. 2, S. 66—72. 1953.
- Freund G., Die sedimentanalytischen Untersuchungen. Aus Quartär Bibl. 2. Das Paläolithikum in den Weinberghöhlen bei Mauern. S. 152—219. 1955.
- Fruth J., Von Kieselhölzern in der Umgebung von Neuburg a. d. Donau. Der Aufschluß 7, S. 12—13. 1956.
- Graul H., Morphologie der Ingolstädter Ausräumungslandschaft. Forsch. deutsch. Landeskn. 43, 1943.
- Guenther E. W., Methoden zur Untersuchung von Lössen. N. Jb. Geol. Pal. Mh. 3, 97—111. 1953.
- Feinstratigraphische Untersuchung von Lößprofilen (Steinheim an der Murr). Actes du IV. Congrès International du Quaternaire, S. 333—339. 1956.
- Eine Zwischenschicht und die Deckschichten der Travertine von Ehringsdorf bei Weimar. Alt-Thüringen 3, S. 1—15. 1957/58.
- Sedimentpetrographische Untersuchung von Lössen und die Gliederung einiger wichtiger mitteleuropäischer Lößprofile. (In Vorbereitung) 1959 oder 1960.
- Meigen W. — Schering H. G., Chemische Untersuchung über Löß und Lehm aus der oberrheinischen Tiefebene. — Großh. Bad. Geol. L. A. 7, S. 643—669. 1914.
- Schultze E. — Muls H., Bodenuntersuchungen für Ingenieurbauten. — Berlin, Göttingen, Heidelberg, 1950.
- Schwabedissen H., Fällt das Aurignac ins Interstadial oder ins Interglazial. — Germania 34, S. 12—41. 1956.
- Schneid, Geologie der fränkischen Alb zwischen Eichstätt und Neuburg. — Geogn. Jh. 28, S. 32 ff. 1916.
- Walter W., Nouvelles recherches sur l'influence des facteurs physiques sur la morphologie des sables éoliennes et des dunes. — Revue de géomorphologie dynamique 6, S. 242—258. 1951.
- Zotz L., Das Paläolithikum in den Weinberghöhlen bei Mauern. — Quartär-Bibliothek 2, 1955.