

# Eiszeitliche Frostböden in der Oberrheinebene bei Karlsruhe

Ludwig G. Hirsch, Karlsruhe

1. Einführung.
2. Brodelböden im Albschuttkegel bei Ettlingen.
3. Lehmkeile auf der Niederterrasse bei Karlsruhe.
4. Lehmkeile auf der Niederterrasse nördlich Bruchsal.
5. Stratigraphische Auswertung.
6. Zusammenfassung.
7. Literatur.

## 1. Einführung

Sind schon Gliederung und Rekonstruktion des Ablaufs des Eiszeitalters in den ehemals vereist gewesenen Gebieten oftmals weit schwieriger als ähnliche Aufgaben für andere Formationen, so stellen sich solchen Versuchen in den einst unvergletschert gebliebenen Räumen, in denen oft nur spärliche eiszeitliche Reste erhalten blieben, fast unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen. Erst seit aus diesen Landschaften Erscheinungen bekannt wurden, die sich mit Beobachtungen in heutigen Glazial- und Periglazialgebieten in Verbindung bringen lassen und dadurch zum Beweis von Kälteperioden dienen können, die weder durch Ablagerungen noch durch Zerstörungen von Schichten unmittelbare Spuren hinterließen, erhielt die Eiszeitforschung neuen Auftrieb.

So konnte **S e l z e r** (1936) — nachdem schon vorher **S o e r g e l** (1932) den Nachweis der vollkommenen Übereinstimmung der diluvialen Lößkeile mit den rezenten Eiskeilen erbracht hatte — endgültig bestätigen, daß Lehm- und Lößkeile Dauerfrost als Voraussetzung ihrer Entstehung haben. Gleichzeitig hat **S o e r g e l** (1936, S. 246) unabhängig davon noch einmal die Belege für die Entstehung dieser Keile unter eiszeitlichen Klimabedingungen zusammengefaßt.

Daher ist die Auffindung von Lehmkeilen auf der **Niederterrasse bei Karlsruhe und Bruchsal**, also in einem Gebiet, das heute zu den klimatisch begünstigsten Deutschlands zählt, besonders beachtenswert. Und zwar ist das Auftreten eines weit verbreiteten Dauerfrostbodenhorizonts in der Oberrheinebene nicht nur paläoklimatologisch interessant, sondern auch, und das vielleicht noch mehr, paläogeographisch. Es widerlegt nämlich **S o e r g e l**'s (1938, S. 19) Behauptung, daß sich Dauerfrostböden nur bis zu 100 km vor dem Eisrand entwickeln könnten und widerspricht nicht minder der Vorstellung des Altmeisters der alpinen Diluvialgeologie, **A. P e n k** (Das Klima der Eiszeit. — Verh. int. Quartärkonf. Wien 1936, Band 3), wonach solche nur in der Nähe der Schneegrenze zur Ausbildung gekommen seien, da noch nicht nachgewiesen worden sei, daß im nichtvergletscherten Gebiet zwischen dem nordischen Inlandeis und der Alpenvergletscherung dauernd gefrorener Boden vorhanden gewesen war.

Fast gleichzeitig gelang mir mit der Entdeckung der Frostkeile eine solche von **Brodelhöfen**, die ebenfalls auf Dauerfrostwirkungen zurückgeführt werden, in den **Schottermassen des Schuttkegels der Alb bei Ettlingen**.

Beide Beobachtungen gaben mir Anlaß zu eingehenderen Untersuchungen, die leider kurz nach Beginn durch den Krieg unterbrochen wurden und erst 1946 wieder aufgenommen werden konnten.

## 2. Brodelböden im Albschuttkegel bei Ettlingen

Nachdem ich in der Kiesgrube am „Steinbuckel“ südlich Ettlingen, zwischen Bahn und Straße Karlsruhe—Rastatt, im Sommer 1940 großartige Brodelerscheinungen entdeckt hatte, machte mich Herr Prof. K. G. Schmidt darauf aufmerksam, daß im Hangenden des groben Albschutts unter schokoladebraunem, schwachsandigem Lehm echter Sandlöß zutage trat. Da bisher weder Sandlöß aus dieser Gegend, noch Periglazialerscheinungen im Diluvium des Oberrheins beschrieben worden waren, regte mich Herr Prof. K. G. Schmidt zu einer Bearbeitung dieser Beobachtungen an.<sup>1)</sup>

Der heute wieder stark verrutschte Aufschluß zeigt etwa 400 m offener, d. h. unbewachsener Wandlänge. Die Sohle liegt durchschnittlich in 117—118 m, die Oberkante der Wand in 127—128 m Höhe. Die letzte Kiesentnahme erfolgte hier bis in den Herbst 1939 für die Reichsautobahn Karlsruhe-Rastatt. In der folgenden Zeit der Ruhe waren die Brodeltöpfe besonders schön herausgewittert, wogegen Wiederaufnahme des Abbaus mit Bagger während der Bearbeitung eine Erfassung der Grenzen und der Hangendschichten erschwerte. Trotzdem gelang es mir, einige Profile aufzunehmen, die nachstehende Schichtenfolge erkennen ließen:

1. 0,00—1,40 m schokoladebrauner, kalkfreier schwach sandiger Lehm bis lehmiger Sand, eckig-splitterig brechend, im oberen Drittel grau, einzelne bis 2 mm große Quarzkörner (Verlehmungszone).
2. 0,00—0,70 m hellgrauer, stark kalkhaltiger (ganz undeutlich geschichteter?) Staubsand (Sandlöß).
3. 0,15—0,40 m Pflasterbank von grobem Buntsandsteinschotter (faustgroß und größer) kantengerundet, mit glänzender Rinde, innen frisch.
4. 0,20—0,40 m gelbbrauner, schwach lehmiger Sand mit eckigem Quarzgrus, vereinzelt kantengerundete Buntsandsteingerölle (bis faustgroß) mit schwarzer Rinde, innen meist frisch, teilweise braun verfärbt. Stellenweise ist diese Bank nahezu geröllfrei.
5. 0,40—0,60 m rotbrauner, schwach rostiger Grobsand, mit kantengerundetem bis gut gerolltem, schwarz überrindetem Buntsandsteinschotter, mit einzelnen größeren Blöcken und bis faustgroßen bunten Quarzen und kleinem eckigen Quarzgrus.
6. 0,20—0,80 m Grobsand aus unverändertem Buntsandsteinmaterial.
7. 1,00—1,50 m Buntsandsteinblockschotter, kantengerundete Blöcke ca. 20 x 30 x 10 cm in grauem Sand, dazwischen bunter Quarzgrus. Sandsteine innen meist frischrot, außen mit schwarzer Eisen-Mangan-Kruste.
- 7a 0,30—1,00 m Flugsandschicht, etwa 30—50 cm über der Untergrenze in Schicht 7.
8. mehr als 5 m Buntsandsteinblockschotter, besser gerundet, nach unten zunehmend geringere Korngrößen als Schicht 7. Gerölle vorwiegend hell: weiß, weißlich, rosa, schwarze Rinde fehlt, innen frisches Material nur vereinzelt.

In dem hellen Blockschutt (8) ist bis etwa 1,20—1,30 m unterhalb der Grenze gegen Schicht 7 deutlich eine Verrostungszone zu erkennen. Vor allem ist der Sand stark rostrot gefärbt. Zuweilen sind Sand und Gerölle durch Eisen verkittet.

Schicht 5, auch 6 fehlt zwar stellenweise, doch dürfen die Schichten 4—6 nur in ihrer Gesamtheit als selbständiges Schichtglied aufgefaßt werden. (Abb. 1, T1)

Das gesamte Blockschuttmaterial hat nun eine Brodelbewegung durchgemacht, die zur Ausbildung der großen Brodeltöpfe führte. Diese erreichen bis zu mehreren Metern Durchmesser. Stellenweise steigt der Blockschutt keilförmig in die hangenden Sande und Kiese hinauf, sodaß die Grenzfläche im Schnitt

<sup>1)</sup> Für die Überlassung des Themas und vor allem für die Anregung Siebanalysen durchzuführen, die ich im Geologischen Institut der Technischen Hochschule Karlsruhe ausführen durfte, sage ich Herrn Professor K. G. Schmidt herzlichen Dank.

girlandenartiges Aussehen bekommt. Die einzelnen Bogen besitzen ebenfalls eine Spannweite von mehreren Metern. Daß es sich dabei um eine Aktivbewegung der Schotter handelt, ist deutlich an ihrer Lagerung zu erkennen. Alle mehr oder minder plattigen Geschiebe liegen nicht horizontal in der sandig-grusigen Grundmasse, sondern sind parallel zu den Girlanden, bzw. tangential zu den Brodelwirbeln gerichtet. So stehen oft große Blöcke steil oder senkrecht auf ihrer Schmalseite. (Abb. 2, T1)

### 3. Lehmkeile auf der Niederterrasse bei Karlsruhe

Die Keile sind in mehr als 100 m langer Front erschlossen in der städtischen Sandgrube im Durlacher Wald (Meßtischblatt Ettlingen, Rechtswert <sup>34</sup> 58 460, Hochwert <sup>54</sup> 28 000), etwa 2,25 km südöstlich vom Hauptbahnhof 0,45 km südwestlich der Unterführung der Wolfartsweierer Straße unter der Reichsautobahn, wenige Meter westlich von dieser.

Der untersuchte Aufschluß zeigte im Sommer 1940 folgendes Profil:

1. 0,40 m schokoladebrauner, kalkfreier, lehmiger Feinsand (Lößlehm).
2. 0,30—0,40 m hellbrauner, kalkfreier, schwach lehmiger Feinsand (Sandlöß).
3. 0,30—0,60 m rotbrauner, kalkfreier, stark lehmiger Feinsand, bis feinsandiger Lehm (Lößlehm).
4. 0,00—1,20 m hellweißlichgrauer Feinsand, sehr kalkreich, mit unregelmäßigen Bändern und Nestern weißer Kalkanreicherung. Ganz vereinzelt kleine lehmige zentimeterlange, dünne Linsen von rotem Buntsandsteinsand (Sandlöß).
5. mehr als 3 m Kiesbänke von wenigen Zentimetern bis einige Dezimeter mächtig (größte Gerölle bis 7 cm), mit reinen Sandbänken wechselnd. Im oberen Drittel Kies, im mittleren Sand vorherrschend. Der Kies stellt ein buntes Gemisch aus Schwarzwald- und alpinem Material dar. Der Sand ist teilweise rot (Buntsandsteinsand), teilweise grau (Rheinsand), stets kalkig. Im untersten Teil herrscht grauer Sand vor. Dort finden sich vorwiegend im Kies bis zu kopfgroße weiche Gerölle eines gelbbraunen stark kalkigen Tons.

Um die einzelnen Ablagerungen besser charakterisieren zu können und um vielleicht Anhaltspunkte über ihre Entstehung zu erhalten, fertigte ich Siebanalysen der Schichten dieses Profils sowie von dem Sandlöß über dem Albschutt, ferner von einer echten Düne (Karlsruhe, Moltkestraße, Bl. Karlsruhe, Rechtswert <sup>34</sup> 53 320, Hochwert <sup>54</sup> 31 940) und von jüngerem Löß (Ostausgang von Ettlingen, Bl. Ettlingen, Rechtswert <sup>34</sup> 75 500, Hochwert <sup>54</sup> 21 770). Der Vergleich der Ergebnisse dieser Analysen führte zu der Erkenntnis, daß Schicht 2 und 4 als Sandlöß im Sinne von Wittmann (1936), also als ein Gestein, das bei gleicher Entstehung wie Löß und Flugsand einen Übergangstyp zwischen beiden darstellt, anzusprechen sind.

In Schicht 1 und 3 liegen die Verlehmungsrinden der Schichten 2 und 4 vor, wobei auch Schicht 2 schon als bis zu einem gewissen Grad verlehmt angesprochen werden muß. Schicht 5 stellt jenes fluviatile Material dar, das bisher als „Niederterrasse“ bezeichnet wird. (Abb. 3, T2)

Mehr Beachtung als die Folge der Schichten verdienen ihre Lagerungsverhältnisse. Wie die Abbildungen 3 und Fig. 2 erkennen lassen, ist die Grenze zwischen unterem Löß und zugehörigem Lehm sehr scharf und klar, und zwar greift die Verlehmung in kurzen Wellen 30—50 cm in den Löß hinein. Ja, an manchen Stellen (z. B. Fig. 2 links) ist zu beobachten, daß die Verlehmung bis an das Liegende hinabreicht. Besonders ausgeprägt zeigt diese Verhältnisse die rechte Hälfte des Aufschlusses. Dort fand ich etwa 2 m rechts neben der rund 50 cm in den Sandlöß eingreifenden letzten Tasche eine 12 m breite Tasche, die bis an den Kies hinabreichte, der auf gleicher Breite und bis in 50—75 cm Tiefe starke Verrostung aufwies. Nach einer Lücke von 13 m folgte nochmals die gleiche Erscheinung in einer aufgeschlossenen Breite von 10 m. Die Roststreifen ließen sich über die ganze 4—5 m breite Terrasse auf der Kiesoberfläche verfolgen und verliefen ungefähr senkrecht zur Wand.

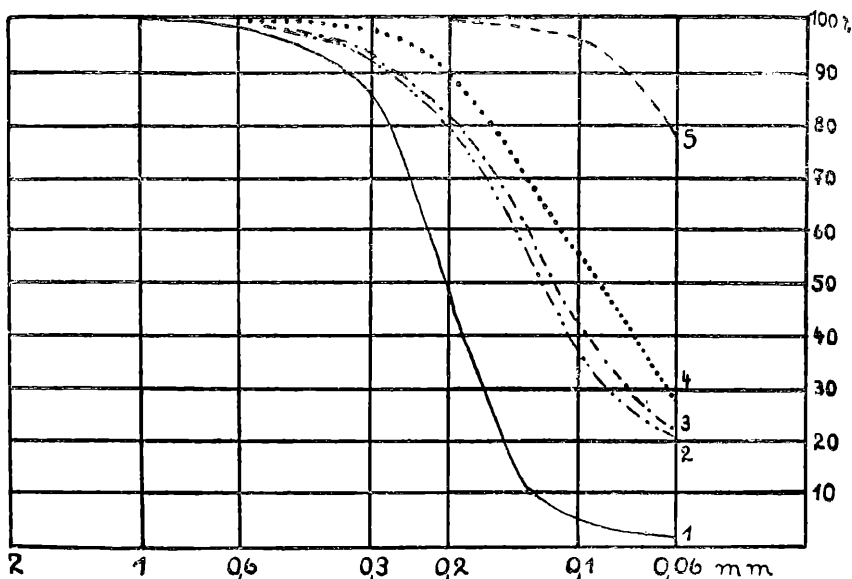


Fig. 1 Kornverteilungskurven.

1. Düne in Karlsruhe, 2. Oberer Sandlöß, 3. unterer Sandlöß aus der Sandgrube im Durlacher Wald, 4. Sandlöß über dem Albschuttkegel, 5. jüngerer Löß.

Leider war es nicht möglich, den Verlauf der Frostspalten, die zur Ausbildung dieser Verhältnisse führten, durch Nachgrabung weiter zu verfolgen. Dagegen konnte ich im Mittelteil des Aufschlusses den durch die Kiesgewinnung geschaffenen Vertikalschnitt durch horizontale Grabung ergänzen. Auf eine Fläche von mehreren qm waren hier die hangenden Schichten schon in einer Mächtigkeit von 60—70 cm entfernt. Durch Abgraben weiterer 20—30 cm erhielt ich so jenes Bild von der Verflechtung des Lößes mit seinem Lehm, das die Abbildung 4, T2 wiedergibt.

Hier läßt sich erkennen, daß die Frostspalten einen ganz unregelmäßigen Verlauf hatten. Ihre Breite und Tiefe war überaus wechselnd. Sie schwankten von wenigen Dezimetern bis über einen Meter. Die Verhältnisse in der rechten Hälfte der Grube möchte ich so deuten, daß es im Kies in der Fortsetzung der hier im Löß besonders gut ausgebildeten und bis zu dessen Untergrenze hinabreichenden Eislin sen zu ganz besonders kräftiger und umfangreicher Eisanreicherung gekommen war. Beim Abschmelzen, das naturgemäß oben zuerst einsetzte, kam es im Bereich des Lößes zur Lehmkeilbildung, während es im Kies, der wohl gar nicht so vollständig vom Eis verdrängt gewesen war, zur Verrostung kam, deren scharfe Begrenzung eben diese Entwicklung erschließen läßt. **Zusammenfassend muß festgestellt werden, daß man weder in der Ausbildung noch in der Richtung des Verlaufs der Lehmkeile irgend welche Gesetzmäßigkeiten erkennen kann.**

Die Füllung der Frostspalten erfolgte nur durch den älteren Lößlehm. Der hangende Löß und dessen Verlehmung sind nicht mehr beteiligt. Gerade hierin sehe ich den Beweis dafür, daß dieser Löß nicht gleichzeitig mit den Eiskeilen entstand, sondern jünger ist als diese.

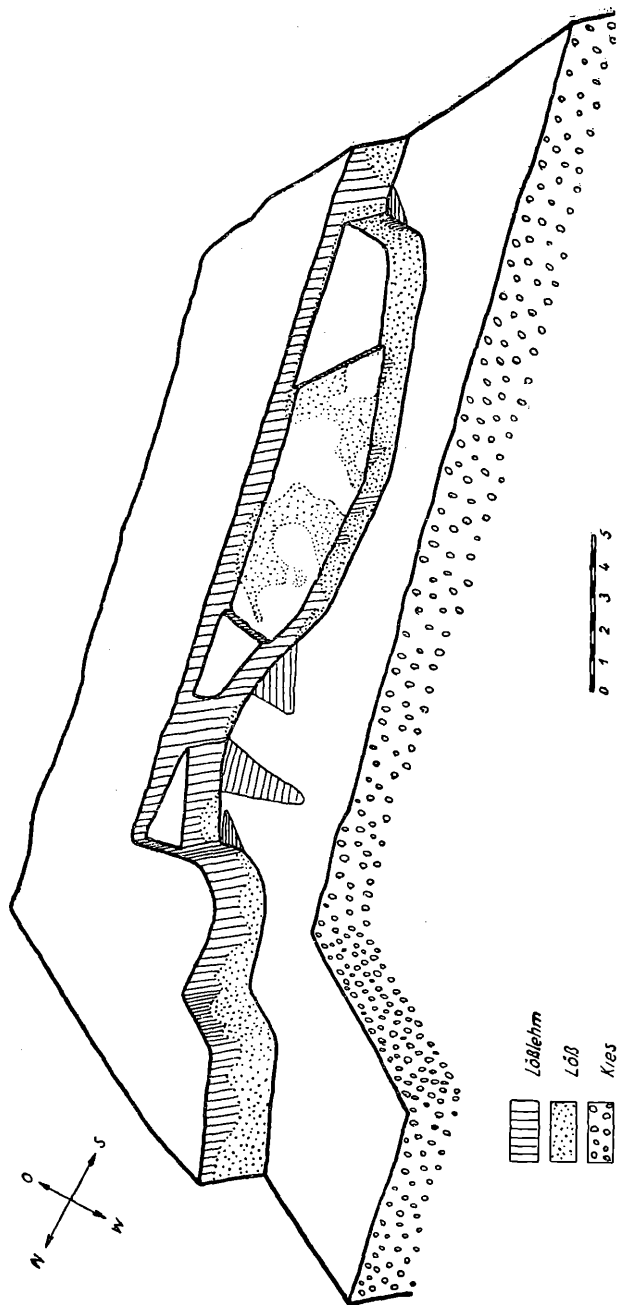


Fig. 2 Maßstabgetreues Blockdiagramm der Südwand der Sandgrube im Durlacher Wald. Zeichenerklärung: Weiß: Oberfläche der Kiesbank, bzw. (oben) Waldboden, Kreise: Sand und Kies (Schicht 5), Punkte: Unterer weißlichgrauer Sandlöß, senkrechte Schraffen: Lehm, Löß und Lehm (Schicht 1—3 im Vertikalschnitt), waagrechte Schraffen: Lehm im Horizontalschnitt der Frostkeile.

Angesichts der großen stratigraphischen und paläogeographischen Folgerungen, zu denen die beschriebenen Tatsachen und ihre Ausdeutung führen (s. Abschnitt 5), muß unbedingt die Frage überprüft werden, ob hier tatsächlich Frostkeile vorliegen oder ob nicht eine Verwechslung mit unregelmäßig, etwa unter dem Einfluß (ehemaliger) Waldbestockung in die Tiefe reichender rezenter Verwitterung unterliegt.<sup>1)</sup> Bei der derzeitigen Beschaffenheit des Aufschlusses und den geringen Farbunterschieden in den beiden Lößlehmen und dem zwischengeschalteten Löß liegt dieser Einwand immerhin nahe, umsomehr als bei ungünstiger Beleuchtung und schlechten Aufschlußverhältnissen eine Gliederung der insgesamt nur rund 1 m mächtigen Schichtfolge nicht ganz leicht ist.

Demgegenüber sei auf die im nächsten Abschnitt wiedergegebenen Beobachtungen **Sauer's** verwiesen, aus denen der fossile Charakter der Lehmkeile eindeutig hervorgeht. Der Einwand, daß es sich um eine lokale Erscheinung handle, wird dadurch widerlegt, daß ich gleichartige Bildungen auch an verschiedenen anderen Stellen, teilweise in Entfernungen von mehreren Kilometern, beobachtete. So, wenige Dutzend Meter nördlich außerhalb des Waldes an der niedrigen fast verwachsenen Wand einer ehemaligen Kiesgrube (heute Acker) in spärlichen Aufschlüssen und neuerdings (Dezember 1945) in ca 160 m Höhe in einem neueren Aufschluß im Wald an der Straße Aue/Hohenwettersbach. Mehrere Meter mächtig ist hier der untere weißgraue Sandlöß an der nördlichen Straßenböschung aufgeschossen. In seinem Hangenden liegt in geringer Mächtigkeit rotbrauner Lehm, der taschenförmig in ihn hinabreicht und von einer Schleierdecke aus jungem Gehängeschutt (Buntsandsteinverwitterung) überlagert wird.

Schließlich sei noch erwähnt, daß ich 1944 beim Bau von Splittergräben in der Beiertheimer Allee in Karlsruhe zwei mächtige, durch eine Verlehmungsrinde getrennte Löße beobachten konnte, die den hier beschriebenen entsprechen und wodurch die im Durlacher Wald festgestellte Schichtfolge eine neuerliche Bestätigung findet.

Endlich gelang mir anfangs Mai 1946 noch eine schöne Beobachtung im Westen der Stadt zwischen den beiden Vororten Grünwinkel und Daxlanden, 6 km nordwestlich der Sandgrube im Durlacher Wald. Dort verläßt zwischen Hardt- und Vogesenstraße die Schuttbahn der Stadt Karlsruhe die Alb, um in einem Einschnitt von 1,00—1,50 m Tiefe das steile Albufer zu erklimmen. Dabei wurden rotbraune Frostkeile in weißem Sandlöß von ganz großartiger Ausbildung erschlossen.

Ist mit vorstehenden Beobachtungen sowohl der Einwand rezenter, wie der örtlicher Entstehung der „Taschen“ widerlegt, so steht nur noch der Beweis ihrer Bildung unter Dauerfrost aus. Dieser ist einmal durch die allgemeine Übereinstimmung mit den eingangs erwähnten Befunden **Selzer's** (1936) und **Soergel's** (1932 und 1936) gegeben, vor allem durch ihre scharfe Begrenzung gegen das Nebengestein und ihre lineare Erstreckung, wie ihre allenthalben zu beobachtende Ungleichseitigkeit.

Die stärkste Beweiskraft lege ich aber Erscheinungen in der Sandgrube im Durlacher Wald zu, wie solche, soweit mir bekannt, bis jetzt noch nicht

---

<sup>1)</sup> Diesen Einwand machte mir tatsächlich Herr Dr. F. W. Schmidt bei einem gemeinsamen Besuch der Grube im Durlacher Wald und Herr Dr. **Moldenhauer** angesichts des Aufschlusses an der Karlsruher Schuttbahn. Auf die Unterschiede hingewiesen, stimmten beide dann meiner Auffassung vorbehaltlos zu. Beiden Herren möchte ich für die vielfältigen Anregungen, die sich aus unseren lebhaften Diskussionen in den Aufschlüssen ergaben, auch an dieser Stelle nochmals danken.

beschrieben wurden. Etwa 2,50 m — 2,70 m unterhalb der Obergrenze der ersten Verlehmungsrinde und ca 1,00 — 1,50 m unterhalb der Kies/Lößgrenze findet sich am linken Ende der Hauptwand und auch an der linken Querwand eine graue, schwach lehmige Feinsandlage von 8 — 20 cm Mächtigkeit, deren Untergrenze bogenförmig geschwungen ist. Von den in 10—20 cm Abstand liegenden Spitzen ziehen schmale, lehmige Sandbänder 15—20 cm keilförmig in die Tiefe. Wie Fig. 3 zeigt, ist diese Schicht sogar stellenweise in einzelne Teilfetzen aufgelöst. An anderer Stelle liegt diese Bildung mehrfach übereinander. Die Schicht lehmigen Sandes selbst ist schwach wellenförmig mit einer Amplitude von ca 20 cm verbogen. Im Kies dagegen sind kaum irgendwelche Lagerungsstörungen feststellbar, will man nicht gelegentlich Verdrückung und Zerreißung in einzelne Fetzen erkennen (Fig. 3)

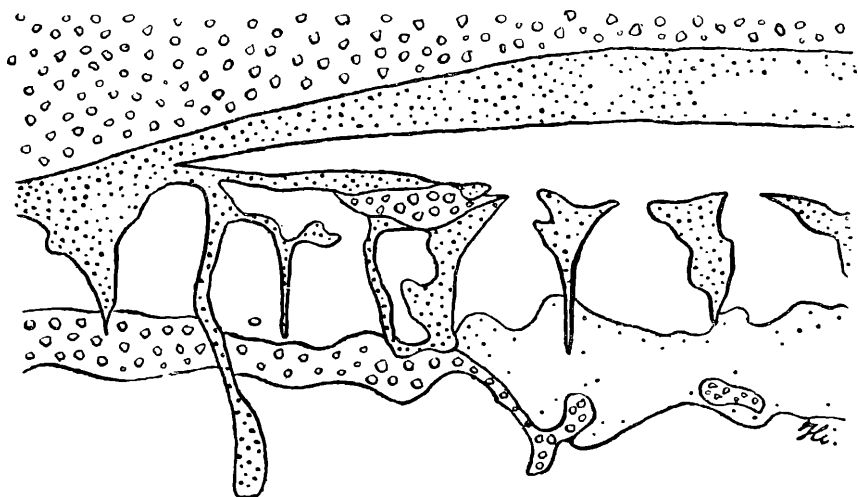


Fig. 3 Ausschnitt aus den Rheinsanden und -Kiesen etwa 1 m unterhalb der Oberkante derselben. Länge ca 1,5 m, Höhe ca 0,7 m. Ein Band schwach lehmigen Sandes (dunkel) bildet kleine Lehmkeile von durchschnittlich 20 cm Höhe im feinen nicht verlehmten Sand (weiß). Auch die Kiese wurden etwas verdrückt (Brodelerscheinungen ?).

Ich halte diese Erscheinung für eine tiefergelegene Generation von Frostkeilen, — während etwa vorhandene Störungen im Kies als Brodelerscheinungen zu deuten wären — deren Entstehung hier durch die Beschaffenheit des Materials begünstigt wurde, die aber gleichzeitig mit den Lehmkeilen im Hangenden entstand. Sie beweist, daß der Frostboden einst mindestens bis zu einer Tiefe von 3 m unter die damalige Landoberfläche reichte.

Aufgrund umfangreicher Vergleiche und Analogie-Schlüsse kommt **Soergel** (1942) für Mitteldeutschland, wo bei Weimar beispielsweise ebenfalls ein Frostboden von mindestens 3 m Tiefe bekannt wurde, zu einer Mitteltemperatur des eiszeitlichen Winterhalbjahrs von  $-15,3^{\circ}$ . Da für Karlsruhe das Januarmittel  $+1,0^{\circ}$  beträgt — das Winterhalbjahrsmittel liegt bei  $+4,3^{\circ}$  — ist daraus eine Erniedrigung der Wintertemperaturen im Würm II gegenüber dem heutigen um nahezu  $20^{\circ}$  abzuleiten.

#### 4. Lehmkeile auf der Niederterrasse nördlich Bruchsal

Die genannten Vorkommen von Frostkeilen im näheren Umkreis von Karlsruhe sind jedoch nicht die einzigen in diesem Raum. Wie **Sauer's** Ausführungen in den Erläuterungen zu Blatt Wiesental (1900) erkennen lassen, hatte er solche schon an zwei Stellen seines Aufnahmegebiets zwischen Bruchsal und Heidelberg beobachtet. Allerdings wußte man damals mit diesen Beobachtungen noch nichts anzufangen und beschränkte er sich nur auf deren Beschreibung und (S. 14 und 20) bildliche Wiedergabe.

Das erste Vorkommen fand sich in der „Sandgrube bei der Wasenhütte westlich von Malsch“. Diese liegt etwa 2 cm westlich des rechten Randes von Blatt Wiesental, nahezu genau in der Blattmitte. Wie ich bei einem Besuch im November 1940 feststellte, ist der Aufschluß durch die benachbarte Ziegelei völlig zerstört. **Sauer** gibt zur Abbildung folgende Profilbeschreibung (S. 13/14):

1. ca 20 cm „Kulturschicht“.
2. ca 30 cm „graue, eisenarme, kalkfreie obere Verwitterungszone“.
3. ca 35 cm „rotbraune, kalkfreie Oxydationszone“, die in Taschen bis zu 90 cm in das Liegende hineingreift.
4. ca 1,80 m rheinische Sande, (Sandlöß) „vollkommen und nur horizontal, nicht aber diagonal geschichtete, feinkörnige Sande, die sich durch Beimengung staubartig feinen Materials, durch einen hohen Kalkgehalt und durch das Vorhandensein winziger Kalkkonkretionen als diejenige Bildung des mittleren Diluviums ausweisen, die man als Sandlöß bezeichnet.“
5. 45 cm einheimische Kiese bestehend aus „kleinen schwach gerundeten Bröckchen von roten, grauen, grünen Keuperletten, Sphärosideritgeröllchen, eckigen Kalkfragmenten des Lias u. ä. Material.“
6. Rheinische Sande mit Kies- und Grandstreifen. „Von den darüber liegenden Diluvialsanden — gemeint ist hier Schicht 5 — sind sie durch eine scharfe Erosionsfläche, zuweilen mit Steinsohle (wie im abgebildeten Profil) getrennt.“

Ein zweites Vorkommen von Frostkeilen bildet **Sauer** S. 20 ab. Er beobachtete es in der „Sandgrube südlich Kronau“. Es dürfte sich dabei um eine Sandgrube handeln, die etwa in der Mitte zwischen Langenbrücken und Kronau an dem Feldweg liegt, der vom Bahnhof Langenbrücken zum Lußhardt, bzw. nach Kronau führt. Bei meinem Besuch Ende November 1940 fand ich leider nur die hangenden Dünensande aufgeschlossen. Zeitmangel verbot mir Nachgrabungen.

Das Profil umfaßt nach **Sauer** (S. 15—20) folgende Schichten:

1. Bis 5,00 m Dünensand, kalkreich.
2. ca 0,25 m Lehm der (nach **Sauers** Skizze S. 20) mit bis zu 60 cm tiefen und 25—60 cm breiten Taschen in das Liegende eingreift.
3. ca 1,00 m „Rheinschlick“.
4. Rheinkies.

Zwar hält **Sauer** das Liegende in der „Sandgrube an der Wasenhütte“ für mitteldiluvial, doch verrät die Angabe: „ihre Zusammensetzung entspricht den normalen rheinischen Aufschüttungen in hauptsächlich sandiger Fazies“ (S. 13), daß hier das gleiche Material vorliegt, wie das S. 15/16 ausführlich als „Rheinkies und kiesiger Rheinsand“ beschriebene Jungdiluvium, das seinerseits unseren Niederterrassenschottern entspricht. Somit zeigt das Profil weitgehende Übereinstimmung mit meinen Beobachtungen im Durlacher Wald, während bei Kronau eine völlig andere Schichtfolge vorzuliegen scheint.

Nähere Überprüfung der Angaben **Sauers** macht aber wahrscheinlich, daß es sich auch hier um dieselben Ablagerungen handelt. So schreibt er über den „Rheinschlick“ — unter welchem Begriff er offensichtlich ganz verschiedenartige Gebilde zusammenfaßt — bezüglich der „Sandgrube südlich Kronau“ (S. 20): „Der Schlick ist durch eine alte verlehnte Oberfläche sehr scharf gegen den Dünensand begrenzt, dagegen durch allmähliche Über-



gänge mit dem darunter liegenden Rheinkies verbunden. Als Rheinschlick kennzeichnet er sich durch diesen Verband wie auch durch seine feinsandige Beschaffenheit und weißlichgraue Farbe im frischen Zustand". Ich glaube, mit der Annahme, daß hier unser hellgrauer Sandlöß vorliegt, nicht fehlzugehen, umso mehr, als Sauer auch in seiner Beschreibung der Dünenande solchen mit diesen zusammenfaßt, indem er die Rolle des keilebildenden Lehmes als selbständigen Schichtgliedes verkennt. Er schreibt nämlich (S. 18): „Unter der völlig ausgelaugten, vom Kalk befreiten Oberflächenschicht, die noch unter die eigentliche Kulturschicht hinabgeht, vollzieht sich eine Ansammlung von Eisenhydroxyd und tonigen Verwitterungsprodukten unter Bildung einer lebhaft rotbraun gefärbten, lehmig—bindigen Verwitterungszone, welche ungleich schnell in die Tiefe fortschreitet und daher sackartige Einstülpungen bildet . . . Erst darunter trifft man den normalen, lockeren Dünenand. Diese Verwitterungserscheinungen entwickeln sich umso vollkommener, je ebener die Terrainlage ist.“ Schließlich verweist er auf „das ganz analoge Verwitterungsprofil bei dem Sandlöß" der Sandgrube bei der Wasenhütte.

## 5. Stratigraphische Auswertung

Eine Beschreibung des Tatsachenmaterials allein bleibt unbefriedigend. Denn sie läßt die Frage nach der Bedeutung der Beobachtungen für die eiszeitliche Geschichte des Gebiets noch offen, eine Frage, deren Beantwortung nur über eine klare Einordnung der Befunde in die Diluvialstratigraphie erfolgen kann. Dies muß jedoch nur auf die Profile im Durlacher Wald, in den Sandgruben bei Gronau und bei der Wasenhütte beschränkt bleiben, während eine Auswertung des Aufschlusses im Albschuttkegel wegen des größeren Komplexes an Erscheinungen nur im weiteren Rahmen möglich ist, was einer im Gange befindlichen monographischen Bearbeitung vorbehalten bleibe.

Bei dieser Untersuchung müssen wir von der Tatsache ausgehen, daß der obere Löß im weiteren Umkreis so große Übereinstimmung mit dem unteren zeigt, daß sie nur im Aufschluß getrennt werden können. Dies und seine große Mächtigkeit lassen keine andere Annahme zu, als daß beide unter den gleichen Bedingungen abgesetzt worden seien. Es geht also nicht an, etwa den unteren wie alle älteren Löße als hochglaziale, den oberen aber als spät- oder postglaziale Bildung aufzufassen. Beide müssen unter eiszeitlichen Klimaverhältnissen entstanden sein.

Kaltes (periglaziales) Klima erfordert auch der Dauerfrostboden. Solches kann im Untersuchungsgebiet aber ebenfalls nur während einer Eiszeit geherrscht haben. Schließlich nimmt die allgemeine Auffassung auch für die Ablagerung der liegenden Schotter eine kalte Klimaperiode an.

Die Erosionsdiskordanz zwischen den Kiesen und dem unteren Löß, dessen Verwitterungsrinde und endlich die ungestörte Überlagerung des Dauerfrostbodens durch den oberen Löß beweisen, daß jede dieser kalten Bildungen selbständig ist, also eine eigene Zeit vertritt. Über den Zeitraum zwischen den Kiesen und dem unteren Löß lassen sich keine weiteren Aussagen machen, da von ihm infolge der Erosion keine Bildungen erhalten sind. Für die Verwitterung des Lößes, die nach Harrassowitz den Gelberden Südfrankreichs verwandt sein soll, müssen wir ein Klima annehmen, wie es heute in jener Gegend herrscht. Derartige Verhältnisse dürfen wir für unseren Raum nur in einem Interglazial oder einem Interstadial von ähnlichem Klimacharakter erwarten. Für die Zeit zwischen dem Dauerfrost und dem oberen Löß lassen sich in den untersuchten Profilen weder Erosion, noch Aufschüttung, noch ausgeprägte Klimaverbesserung, die ausgezeichnet war durch wiederholtes langfristiges Auftauen der Eiskeile und der obersten Bodenschichten und Einfließen derselben in die offenen Frost-

spalten und darauf folgende Frostperioden, so daß in dieser Zeit die eigentliche Dauerfrostbodenstruktur entstand, die man — wenn man so will — auch als „Auftauboden“ bezeichnen kann.

Versuchen wir diese Erkenntnisse mit den bisherigen Vorstellungen über die Diluvialgeschichte des Oberrheins zu verknüpfen, so ergeben sich gewisse Schwierigkeiten. Allgemein anerkannt ist, daß die Kiese der letzten diluvialen Aufschüttung des Rheines angehören. Diese wird stets als „Niederterrasse“ bezeichnet und in die Würm-Vereisung gestellt. Schließen wir uns dieser Auffassung an, so bekäme schon der Auftauboden, wenn nicht sogar der Dauerfrost, nachwürmisches Alter. Das ist aber unmöglich, da nach dem Würm die entsprechenden Klimabedingungen nicht mehr gegeben waren. Außerdem wurden hier, soweit mir bekannt, auch noch nie zwei Löße über Würmschottern beobachtet.<sup>2)</sup>

Andererseits stehen unsere Befunde sehr gut mit den letzten Minima der Strahlungskurve im Einklang. Nach **Soergel's** Ausdeutung derselben (1925, 1938) war im W II/III—Interstadial die Klimaverbesserung zwischen 50<sup>1/2</sup>° und 51<sup>1/2</sup>° n. Br. — und wir werden nicht fehlgehen, wenn wir für unser Beobachtungsgebiet, das ja nur 1<sup>1/2</sup>° oder rund 150 km südlicher liegt, im großen und ganzen entsprechende Klimaverhältnisse annehmen — so gering, daß hier selbst während des etwa 5000 Jahre dauernden klimatischen Optimums eine der heutigen entsprechenden Sommertemperatur überhaupt nicht erreicht wurde. Im W I/II dagegen erreichte die Klimaverbesserung im selben Raum während 9 Jahrtausenden höhere, während weiterer 2 Jahrtausende den heutigen entsprechenden Sommertemperaturen. Und solche Bildungsbedingungen müssen wir wohl für den rotbraunen Verlehmungshorizont annehmen.

Daraus folgert: Oberer Löß: W III, Auftauboden: W II/III, Dauerfrost: W II, rotbraune Verlehmung: W I/II, unterer Löß W I. **So bleibt für die Schotter keine andere Möglichkeit, als Rißalter anzunehmen.**

Man könnte zwar daran denken, die Diskordanz zwischen den Schottern und dem unteren Löß nicht auf Erosion zurückzuführen, sondern einfach aus der Verschiedenartigkeit der Bildungsbedingungen zu erklären, wodurch sich die Möglichkeit ergäbe, Schotter und Löß zeitlich zusammenzufassen. Dem widerspricht aber, daß nach **Soergel's** allgemein anerkannter Annahme über die Bildungsbedingungen des Lößes dieser während des Vorstoßes bis zum Höhepunkt der Vereisung entstand, während die Aufschotterung doch wohl erst während der Abschmelzphase durch die dabei frei werdenden Mengen an Schmelzwasser möglich wurde. Wenn nun die Vorstoß-

<sup>2)</sup> **Förster (1905)** beschreibt vom Elsaß im Raum Wittenheim (b. Mühlhausen) — Ensisheim (bei Gebweiler) allerdings **einen** weit verbreiteten jüngeren Löß auf der Niederterrasse. Laut Nachweis durch einen größeren Schürfgraben bei Wittenheim liegt dieser 0,10—1,80 m mächtig und von einer Verlehmungsrinde (0,20—1,00 m) bedeckt, über „jüngeren Vogesenschottern“, die „dem ausgedehnten Delta“ der Tur und Doller angehören. Die Schotter selbst werden vom älteren Löß, bzw. dessen Verlehmungsrinde unterlagert. Da Letztere (lt. Profil II) teilweise fehlt, ist dazwischen eine Erosionsdiskordanz vorhanden. Es ist jedoch fraglich, wie weit diese Beobachtungen mit unseren parallelisiert werden dürfen, vor allem ist ohne die heute unmögliche Nachprüfung im Gelände nicht zu entscheiden, ob diese Lokalschotter gleichaltrig sind mit unseren „Niederterrassenschottern“ rheinischer Herkunft.

Das Vorkommen von **einem** Löß auf der Niederterrasse südlich Freiburg, das **Erb (1936)** erwähnt, stellt dagegen eine wertvolle Ergänzung zu den Beobachtungen um Karlsruhe dar, da der Löß dort auf einer tektonisch herausgehobenen Scholle liegt.

bildung über der Abschmelzbildung liegt, können sie nur zwei verschiedenen Vereisungen angehören. Will man also an der bisherigen Altersstellung der jüngsten Rheinschotter festhalten, so muß irgendeine andere der bisher als gesichert angesehenen diluvialgeologischen Vorstellungen aufgegeben werden, wobei es allerdings zur Zeit noch schwierig ist, zu entscheiden, wo tatsächlich ein Fehler liegt. \*)

Die Erkenntnis höheren Alters als Würm für die letzte Aufschotterung des Rheines findet endlich eine beachtliche Ergänzung in meinen Befunden im Maintal bei Würzburg (Hirsch, 1940). Dort kam ich auf Grund zahlreicher Bohrungen und eines Großaufschlusses zu der Erkenntnis, daß es auch im Maintal keine jüngstdiluvialen Sande und Kiese gibt, sondern daß diese in einem einzigen großartigen Aufschüttungsvorgang abgelagert wurden, dem höheres als Würmalter zukommt. So gelangen wir also auf ganz verschiedenen Wegen zu einer gleichsinnigen Revision der bisherigen Auffassung von der Altersstellung der oberrheinischen Aufschotterung.

Nachdem somit Würmalter für die jüngste Schotterablagerung nicht mehr unbestritten bleibt, ist der Gebrauch der Bezeichnung „Niederterassenschotter“ im bisherigen stratigraphischen Sinne, also in der Bedeutung von wümrzeitlich nun nicht mehr haltbar, umso mehr als bisher schon immer die Gefahr einer Verwirrung des stratigraphischen mit dem morphologischen Begriff bestand. Klarer wäre es, künftig nur von den jüngsten oder letzten Rheinschottern zu sprechen und „Niederterrasse“ allein als morphologische Bezeichnung zu gebrauchen.

Wahrscheinlich, wenn auch z. Zt. noch nicht nachweisbar, ist, daß die Aufschotterung ursprünglich mächtiger war und ein Teil derselben im Rib-Würm-Interglazial zur Abtragung kam. Eine Bestätigung dieser Auffassung sehe ich in den Lagerungsverhältnissen der Löße in der Beierheimer Allee. Diese folgt einer im Gelände so deutlich als ehemalige Flußrinne ausgeprägten Senke, daß Thürach (1912, Erl. Bl. Karlsruhe) zu der Vorstellung kam, die Alb sei bis in die historische Zeit durch dieses Tal geflossen und erst durch die Römer in ihr heutiges, daher z. T. künstliches Bett abgelenkt worden. Das Vorhandensein der Löße bei gleichzeitigem Fehlen jüngerer fluvialer Ablagerungen, spez. von Schwarzwald-Material widerlegt jedoch diese Vorstellung.<sup>3)</sup> Daß aber vor Anwehung der Löße hier eine Erosionsrinne aus der Schotterplatte herausgenagt worden war, ist unbestreitbar.

Ja, ich gehe sogar so weit, zu behaupten, daß die heutige Verbreitung von Lößen innerhalb der eigentlichen Niederung an vorher bestehende Erosionsformen gebunden ist. Nur in diesen sammelten sich die Sandlöße, während jeder Staubniederschlag auf den höheren Rücken der Schotterplatte immer wieder von neuem vom Wind erfaßt wurde, bis er an den Hängen am Rande der Niederung als echter Löß zum endgültigen Niederschlag kam.<sup>4)</sup>

\*) Gestützt auf eine vorläufige Mitteilung über diese Erkenntnisse (Hirsch, Neue Beobachtungen zur Stratigraphie und Tektonik des Oberrheinischen Diluviums, Mitt. Bl. Bad. Geol. L. A. 2, Freiburg, 1948) sprach N. Théobald auf der Tagung des Oberrheinischen Geologischen Vereins 1949 zu Freiburg die Auffassung aus, daß die jüngste Aufschotterung des Rheins im Rib/Würm-Interglazial erfolgte.

<sup>3)</sup> Schon ehe dieser letzte zwingende, aus dem geologischen Bau abgeleitete Gegenbeweis gelungen war, war Schnelder (1932) aus archäologischen, hydrographischen und topographischen Gründen zu einer Widerlegung dieser Annahme gekommen.

<sup>4)</sup> Eine Stütze dieser Vorstellung sehe ich in der Angabe von Schumacher (1905), wonach in der Umgebung von Straßburg „kalkreicher Schlack bis feiner Schlicksand, welcher als ein Absatz der Überschwemmungswasser, also als Hochwasserschlick, zu deuten sind und demgemäß im allgemeinen mit scharfer Grenze dem Rheinkies auflagern“ (S. 31) weite Verbreitung besitzen, wobei sie vorwiegend Rinnen füllen, sich aber auch auf den da-

Mit meiner Neueinstufung der diluvialen Ereignisse überwindet sich auch eine „Unlogik“, die bisher noch vielfach in der Terrassen-Stratigraphie enthalten war. Während alle übrigen Terrassen durch den eiszeitlichen Klimarhythmus, den stetigen Wechsel von kalten und warmen Zeitabschnitten und den sich darauf gründenden Wechsel von Aufschüttung und Erosion, bedingt sein sollten, wurde die niedrigste Terrasse (Rheinniederung) von vielen Forschern ins Alluvium gestellt, wo doch solche Klimaschwankungen fehlen. Jetzt, nachdem durch die Früherdatierung der letzten Schotter viel Zeit im Diluvium gewonnen wurde, ist kein Gegengrund mehr zu sehen, warum ihre Herausmodellierung infolge neuerlicher Tiefenerosion nicht auch noch ins Eiszeitalter gestellt werden kann.

Die Einordnung der postglazialen und alluvialen Bildungen: Die Verwitterung des W III-Lößes und die Düne von Kronau ist noch schwierig. Eine Auseinandersetzung mit diesem Problem würde den Rahmen des gestellten Themas aber sprengen und soll einer späteren Spezialstudie über die ober-rheinischen Dünen vorbehalten bleiben.

## 6. Zusammenfassung

Es werden Brodeltöpfe im groben Blockschotter des Albschuttkegels bei Ettlingen beschrieben. Anknüpfend an Lehmkeile auf der Niederterrasse bei Karlsruhe werden zwei ältere Abbildungen der Literatur aus der Rheinebene zwischen Bruchsal und Heidelberg ebenfalls als solche gedeutet.

Siebanalysen zeigen, daß in den zwei näher untersuchten Profilen echte Sandlöße auftreten. Nach kritischer Ausdeutung der Angaben über die heute nicht mehr erschlossenen älteren Profile mit Lehmkeilen ergibt sich der Schluß, daß alle drei Vorkommen gleichaltrig sind, und daß die Entstehung des Dauerfrostbodens, der zur Ausbildung der Keile führte, im Würm II erfolgte. Wegen der Überdeckung mit zwei verlehmteten Lößen können die jüngsten Rheinschotter nur Riß- und nicht Würmalter, wie bisher allgemein angenommen, besitzen. Der Gebrauch der Bezeichnung „Niederterrasse“ ist also künftig nur noch im geomorphologischen Sinn gerechtfertigt, nicht aber im stratigraphischen in der Bedeutung letzt- (würm-) eiszeitlich.

Auf die Erosionsvorgänge, die zur Entstehung der Terrassen führten, wird in vorliegender Studie nicht näher eingegangen.

## 7. Literatur

1. **Brill, R.** Geologische Spezialkarte von Baden 1 : 25 000, Blatt Ettlingen mit Erläuterungen. Freiburg 1931.
2. **Erb, L.** Zur Stratigraphie des mittleren und jüngeren Diluviums in Südwestdeutschland und dem schweizerischen Grenzgebiet. — Mitt. bad. geol. L. A. 11, 1936 S. 189—220.
3. **Förster** Jüngerer Löß auf der Niederterrasse. — Mitt. Geol. L. A. von Elsaß-Lothringen 5, 1905, S. 57—61.
4. **Göhringer, A.** Geologische Exkursionen in der näheren und weiteren Umgebung von Karlsruhe. — Karlsruhe 1925.

zwischenliegenden Flächen mit durchschnittlichen Mächtigkeiten von 3—13 dm — „1½ m kommt schon recht vereinzelt vor und Mächtigkeiten von 2 oder 2½ bis 3 m sind nur ganz lokal beobachtet“ (S. 35) — ausbreiten. Zweifellos handelt es sich hier um dasselbe Material, wie in den mehr oder weniger gleichlautenden zeitgenössischen Beschreibungen ähnlicher Bildungen aus dem rechtsrheinischen Gebiet, nämlich, wie ich oben zeigen konnte, um den Sandlöß.

5. **Harrasowitz, H.** Studien über mittel-und südeurop. Verwitterung. — Geol. Rundschau 17a, 1926, S. 122—210.
6. **Hirsch, L.** Paläogeographie um den Mittelmain an der Wende Tertiär/ Diluvium. Oberrhein. geol. Abh. 11, 1940.
7. **Lauterborn, R.** Über Staubbildung aus Schotterbänken im Flußbett des Rheins, ein Beitrag zur Lößfrage. — Verh. nat. hist. — med. Ver. Heidelberg N. F. 11, 1912.
8. **Sauer, A.** Geologische Spezialkarte von Baden, 1 25 000, Blatt Wiesental mit Erläuterungen. Heidelberg 1930.
9. **Schnelder, F.** Der Durchbruch der Alb durch die Niederterrasse der Rheinebene bei Karlsruhe. — Bad. geol. Abh. 4, 1932, S. 1.
10. **Schumacher, F.** Über die Gestalt und den Aufbau der unterelsäßischen Rheinfläche. — Mitt. Geol. L. A. Elsaß-Lothringen 5, 1905, S. 11—55.
11. **Selzer, G.** Diluviale Lößkeile und Lößkeilnetze aus der Umgebung Göttingens. Geol. Rundsch. 27, 1936.
12. **Soergel, W.** Die Gliederung und absolute Zeitrechnung des Eiszeitalters. Berlin 1925.
13. **Soergel, W.** Diluviale Frostspalten im Deckschichtenprofil von Eh-ringsdorf. Fortschritte der Geol. und Pal. 11, Berlin 1932.
14. **Soergel, W.** Diluviale Eiskeile. Zeitschr. d. G. G. 88, 1936.
15. **Soergel, W.** Die Vereisungskurve. Berlin 1938.
16. **Soergel, W.** Die eiszeitliche Temperaturerniedrigung in Mitteleuro-pa. — Jber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver. 31, 1942.
17. **Türach, H.** Geologische Spezialkarte von Baden 1 25 000, Bl. Karlsruhe mit Erläuterungen 1912.
18. **Wittmann, O.** Über das Diluvium der Lahrer Randhügelzone. Mitt. Bad. Geol. Landesanst. 11, 1936.
19. **Wittmann, O.** Die Phasengliederung der diluvialen Rheintalrandtek-tonik und die Stratigraphie des gebirgsrandnahen ober-rheinischen Diluviums. Bad. geol. Abh. 10, 1938/39.
20. **Wittmann, O.** Gibt es auch im Diluvium orogone Phasen? Geol. Rundsch. 32, 1941.
21. **Woldstedt, P.** Das Eiszeitalter. — 1929.

'

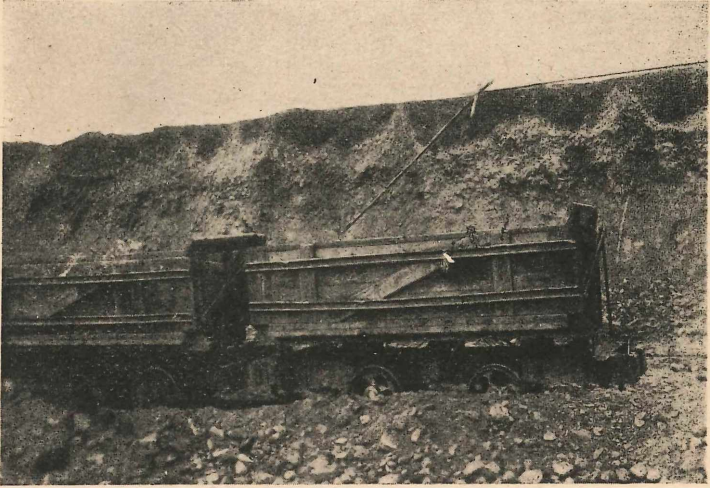


Abb. 1. Girlandenartiges Hochsteigen des Blockschuttes in die hangenden Sande.



Abb. 2. Ausschnitt aus einem Brodeltopf. Deutlich ist die gerichtete Lagerung der einzelnen Steine zu erkennen.





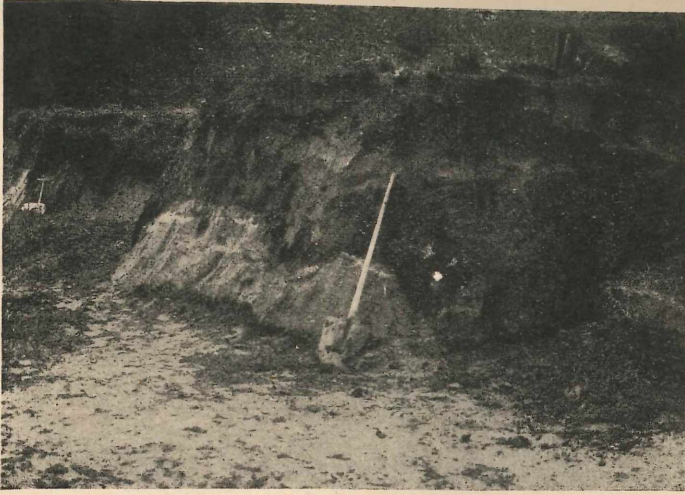


Abb. 3. Beim Stiel der Schaufel oberer Sandlöß. Unterhalb des Lehmes Auscheidung von Kalk in weißen Bändern.



Abb. 4. Blick auf die Terrasse. Deutlich ist der Verlauf der mit dunklem Lehm gefüllten Frostkeile im hellen Sandlöß zu erkennen.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland](#)

Jahr/Year: 1943

Band/Volume: [8](#)

Autor(en)/Author(s): Hirsch Ludwig

Artikel/Article: [Eiszeitliche Frostboden in der Oberrheinebene bei Karlsruhe 61-73](#)