

Löss und Lehm in Schwaben.

Von

E. Koken in Tübingen.

Mit Taf. VI. VII und 2 Textfiguren.

Die Ruhe, welche in der Discussion über die Entstehung des eigenthümlichsten aller Diluvialgebilde eingetreten ist, kann schon deswegen nicht als Symptom eines endgültigen Abschlusses betrachtet werden, als die gegensätzlichen Auffassungen nach wie vor nebeneinander herlaufen und doch die grösste Wahrscheinlichkeit herrscht, dass wenigstens der mitteleuropäische Löss überall in gleicher Weise zu beurtheilen ist. Der Anlass, in dieser Sache das Wort zu ergreifen, lag für mich darin, dass ich bei der Kartirung von Kochendorf und Umgebung¹, die mir von der Regierung übertragen war, ein grosses Lössgebiet zur Darstellung zu bringen hatte und darauf hingedrängt wurde, mich mit den einspielenden Fragen genauer zu beschäftigen und für meine Aufgabe einen principiellen Standpunkt zu gewinnen. Dabei habe ich die eigene frühere Auffassung nicht unwesentlich geändert.

¹ Die Begleitworte zu der genannten Karte sind im November 1899 abgeschlossen und seit Frühjahr 1900 gedruckt. Ich hatte die Absicht, mich über die Beschaffenheit des Diluviums in einer besonderen Arbeit auszusprechen, welche in diesem Jahrbuche etwas früher als die Karte erscheinen sollte. Wie sich die Veröffentlichung der Karte bis heute hinausgezogen hat, so blieb auch die ausführlichere Studie liegen, so dass nun, nachdem auch noch andere Erfahrungen dazu getreten sind, die Ausführungen sich nicht ganz mehr decken. Aus redactionellen Gründen wurde ausserdem die Besprechung des fluviatilen Diluviums als besonderer Aufsatz in den Beilagenband gebracht.

Da die in Württemberg bestehende Absicht, in nächster Zeit eine Neuaufnahme des Landes in 1 : 25 000 zu beginnen, eine Klärung der Ansichten uns geradezu aufzwingt und ich im Verlaufe meiner Untersuchungen zu der Überzeugung gekommen bin, dass wir die in den Nachbargebieten von Baden, Hessen und im Rheinlande gemachten Erfahrungen nicht ohne weiteres auf unsere Lössgebiete übertragen können und uns nothwendig auf eigene Füße stellen müssen, so hielt ich es für richtig, einen Theil meiner Beobachtungen, auch aus früherer Zeit, und die Deutungen, die ich daran schliesse, zu veröffentlichen.

Eine grundsätzliche Abweichung von jetzt in weitesten Kreisen angenommenen Ansichten liegt in der Auffassung des Hauptlösses als einer in continuo entstandenen Bildung, die eine Zergliederung in Horizonte nicht verträgt. Mehr theoretischer Art ist die Meinung über seine Entstehung; sie läuft darauf hinaus, dass wir mit v. RICHTHOFEN's genialer Hypothese nicht auskommen, dass wir sie aber auch nicht ganz entbehren können. Anwendbar bleibt sie auf die höchsten Theile der Profile, während die tieferen Lagen ausserordentlich häufig die deutlichsten Spuren der Zusammenschwemmung (wobei ich besonders auch die Abspülung der Gehänge im Auge habe) aufweisen. Ein kritischer Punkt bleibt die Chronologie des Lösses. Zahlreiche Profile lehren, dass er in ununterbrochener Verbindung mit solchen Schottern steht, die wir als Hochterrasse bezeichnen, dass er z. Th. schon gleichzeitig mit deren Kiesen entstand, besonders aber am Schlusse der Hochterrassenzeit die breiteste Ausdehnung erlangte. Die Niederterrasse gilt im Allgemeinen als jünger und ist dementsprechend nicht von Löss bedeckt. Da wir jene als Aequivalent der maximalen, diese als das der letzten Vereisung betrachten, so wäre damit die wesentlich interglaciale Bildung des Lösses erwiesen. Die Sache liegt aber nicht so einfach. Der niedersächsische Löss ist, wie schon aus seiner Verbreitung hervorgeht und wie durch die von WAHNSCHAFFE mitgetheilten Profile direct bewiesen wird, in seinen Anfängen noch gleichaltrig dem oberen Geschiebemergel, in ziemlicher Verbreitung (Börde) aber auch jünger¹. Das geht auch aus

¹ WAHNSCHAFFE und SALISBURY, Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1888. p. 267, 269.

dem Thieder Profil hervor, dessen Lössbildung bis in die Zeit der wiederkehrenden Waldfauna reicht. Von der Erwägung ausgehend, dass die Rixdorfer Sande in sich untheilbar sind, dass aber doch grössere Wahrscheinlichkeit besteht, dass sich die aus den Schmelzfluthen des nahenden zweiten Inlandeises abgesetzten Sande erhalten haben als die, welche dem abschmelzenden ersten ihre Entstehung verdanken, dass sie also nicht eigentlich interglacial, sondern jungglacial sind, lässt sich eine befriedigende Parallele ziehen zwischen den tieferen Schichten bei Thiede, mit arktischen Thieren und Anzeichen intensiver Wasserwirkung, und dem Horizont der arktischen grossen Säuger bei Rixdorf, Königs-Wusterhausen etc.

In Oberschwaben liegen die Verhältnisse ähnlich. Der Löss ist wesentlich ausserhalb der grossen Endmoränen zu finden, greift aber z. B. bei Winterstettendorf noch auf das Territorium der jungen Moräne, wenn auch nur am Rande, über, zum Zeichen, dass er nicht eigentlich interglacial¹, sondern gleichzeitig mit der zweiten grossen Vereisung gebildet ist. Dieser Vereisung verdanken aber die Niederterrassen Oberschwabens ihre Entstehung. Es geht hieraus hervor, wie vorsichtig wir mit der Bezeichnung Niederterrasse und Hochterrasse im Unterlaufe unserer Thäler verfahren müssen, denn wir haben ja hier gerade festgestellt, dass der Löss in inniger Beziehung zur „Hochterrasse“ steht. Diese Bezeichnung hatte zunächst einen mehr heuristischen Werth; es ist bisher an keiner Stelle der Beweis erbracht, dass unsere Terrassen in Moränen übergehen und ins Glacial gehören, und noch viel weniger bestimmt kann unsere Behauptung sein, dass sie einer der in den Alpen oder in Norddeutschland nachweisbaren Phasen der Vereisungen ihr Dasein verdanken. Der ungefähre Vergleich der Höhenlage unserer Schotter ist das einzige Moment gewesen, das zu der Bestimmung als Hochterrasse im Sinne DU PASQUIER's geführt hat.

¹ Die Lagerung von Löss zwischen den zwei Schottermassen, wie sie BRÜCKNER von Aschau beschreibt, ist jedenfalls selten beobachtet und auf die Randgebiete ebenso beschränkt, wie die hier erwähnte Auflagerung auf jüngerem Fluvioglacial.

Vorausgesetzt, dass die maximale Ausdehnung des Eises, der wir die Hochterrassenschotter Oberschwabens zurechnen, analoge Phänomene im Mittelgebirge hervorgerufen, die Wasserführung und den Schottertransport der Flüsse so gesteigert hat wie niemals vorher und nachher, so können wir die jetzt Hochterrasse genannten Anhäufungen, die sich auf das Innere der Thäler beschränken, kaum in diese Akme setzen, sondern wir müssen höher gelegene Schotter heranziehen, welche bei Rottenburg z. B. ca. 100 m den Neckar überragen, sich noch weit vom Rande des Thales entfernen, und diese Höhe und diese Verbreitung erreichen, obwohl, wie sich mit ziemlicher Sicherheit behaupten lässt, das Thal des Neckars von Rottweil bis Heidelberg schon in annähernd seiner heutigen Tiefe existirte. Aus diesem Grunde habe ich auch die Bezeichnung Deckenschotter bei der Kartirung von Kochendorf vermieden und durch Höhenschotter ersetzt; dass wir übrigens auch hier wieder Mehreres unter einem Namen zusammenfassen, das bei genauerer Untersuchung getrennt werden muss, ist mir ziemlich sicher. Auf ganz eng umgrenztem Gebiete, wie bei Rottenburg, kommen sehr verschiedene Typen nebeneinander vor; bei Kalkweil Anhäufungen von Buntsandstein und Muschelkalk, bei Schwalldorf solche von Muschelkalk, Keuper, Rhät und Jura, ein Schotter, welcher den Neckar überspringt und auch linksseitig im Weggenthale sich ziemlich weit hinauf verbreitet.

Ich glaube aber, dass die jeweiligen Verschiedenheiten wesentlich in localen Verhältnissen ihre Erklärung finden werden.

Aequivalente des Deckenschotters würden nach dieser Auffassung bei uns fehlen oder noch nicht nachgewiesen sein. Wenn man erwägt, dass im Bereich der schwäbisch-bayerischen Hochebene noch keine zum Deckenschotter gehörende Moräne bekannt geworden ist, dass die Vergletscherung sich durchaus auf das alpine Gebirge beschränkte und kein Vorstoss aus den Thälern erfolgte, so muss a priori angenommen werden, dass in unseren Hügelgegenden die Spuren dieser Zeit nur undeutlich erhalten sein können und wahrscheinlich eher in den alten Thälern als auf den Höhen zu suchen sein würden. In diesen Thälern sind sie aber durch

die gewaltigen Fluthen der zwei auch für uns in Betracht kommenden Glacialzeiten zerstört¹.

Wenn nun unsere Neckarhochterrassen (es können local mehrere Stufen ausgeschieden werden) im Ganzen der ober-schwäbischen Niederterrasse entsprechen, so muss natürlich für unsere Niederterrassen die Anknüpfung noch gesucht werden. Diluvialen Alters sind sie auf jeden Fall, das beweist das nicht seltene Vorkommen von Mammuthresten². Sie dürften ihre exacte Parallele finden in den Kiesaufschüttungen, welche in den oberschwäbischen Thälern (z. B. dem der Riss) sich noch weit in das Gebiet der jüngsten Moräne hineinziehen, also jünger sind als die Niederterrassen, die an die Endmoränen sich anlehnen und oft recht beträchtlich den jetzigen Fluss überragen.

Soviel über unsere Terrassen; eingehender habe ich mich über diese in meinem Aufsätze, der im Beilagenbande dieses Jahrbuchs erscheint, ausgesprochen. Bis die Sache weiter geklärt ist, behalte ich die bisher bei uns übliche Nomenclatur bei.

Der Löss ist nun im Neckargebiete auf der Thalsohle und der nächsthöheren Terrasse wohl nirgends in primärer Lagerung; seine typische Entwicklung gewinnt er auf der bisher sogen. Hochterrasse und auf den Anhöhen. Er ist auch der Alb durchaus nicht fremd³ und wurde z. B. bei Bitz in ca. 900 m Höhe, allerdings durchaus verlehmt, von mir gefunden; es soll aber hier zunächst nur von dem Löss des Neckargebietes die Rede sein.

In meinen „Begleitworten zur geologischen Specialkarte von Kochendorf und Umgebung“ habe ich hervorgehoben, dass der Löss des schwäbischen Unterlandes jene Gliederung, welche die badischen und elsässischen Geologen in ihren Gebieten erkannt haben, entweder ganz vermissen lässt oder aber die

¹ Es sei aber darauf hingewiesen, dass in den Bohnerzspalten der Alb neben zusammenschwemmten Geröllen auch Zähne von *Elephas meridionalis* und anderer pliocäner Säuger vorgekommen sind, welche die frühere Existenz von alluvions des plateaux sehr wahrscheinlich machen.

² Eine übersichtliche Zusammenstellung verdanken wir BBANOO, Vulcanembryonen. p. 93 ff.

³ contra FRÜH, Vierteljahrsschr. naturf. Ges. Zürich. 1899.

Differenzirungen der Ablagerung nicht derart sind, dass sie zur Annahme eines älteren und jüngeren Lösses (wobei von allen secundär verschwemmten Lössen natürlich abgesehen ist) zwingen. Mir erscheint unsere ganze Lössformation als eine einheitliche Ablagerung. Die Frage, ob wir einen Löss besitzen, welcher jünger als die Niederterrassenschotter ist, und ob wir einen anderen haben, der sich trennend zwischen die alten Deckenschotter oder Höhenschotter und die Hochterrasse schiebt, ist eine Sache für sich. Dass die Hauptmasse des Lösses an die Hochterrasse sich eng anschliesst, ist wohl kaum noch bestritten, und bei allen den erwähnten Theilungsversuchen handelt es sich auch nur darum, in diesem Complexe ältere und jüngere Stufen nachzuweisen. Die Bewerthung derselben ist verschieden; wenn man mit SAUER annimmt, dass zwischen den beiden Lössstufen, geologisch gesprochen, kein sehr langer Zwischenraum liegt, so ist die stratigraphische Wichtigkeit schon sehr herabgemindert. Die allgemein geologische würde darin liegen, dass ein klimatischer Umschwung die Lössbildung unterbrochen hat (Recurrenzzone STEINMANN'S). Nun sind selbst in den Gegenden, wo man zwei Lössstufen unterscheidet, Profile vorhanden, wo beide „vollkommen verfließen“. Es scheint also auch der klimatische Wechsel nicht so bedeutend gewesen zu sein, dass er sich allgemein geltend machte, und dass man ihn als ein für die Erdgeschichte bedeutsames Ereigniss registriren müsste. Für diejenigen, welche den Löss nur sehr bedingt als äolisches Aufschüttungsproduct anerkennen und die Einwirkung des spülenden und zusammenschwemmenden Wassers in den Vordergrund stellen, kann überhaupt eine in die Mitte der Lösszeit fallende bedeutendere klimatische Änderung kaum in Frage kommen. Für sie ist der Löss mehr eine Facies der Hochterrassen, in welcher schon während der Aufschüttung der Schotter auf geeigneten Flächen und Hängen feine Gesteinsmassen aufgetragen werden; gegen das Ende dieser Phase der Eiszeit erringen Löss und Lehm sich weitere Verbreitung, transgrediren fast allgemein über die Schotter, mit denen sie früher schon gelegentlich wechsellagern, und zugleich wird das staubfeine Material mehr und mehr der Wirkungssphäre des Windes überantwortet, der es noch weiter vertreibt und

auch auf Höhen führt, die dem Wasser unzugänglich waren. Die ungemein häufige Abstufung der Profile in der Art, dass grobe Schotter nach oben in feinere Kiese, in Sand, in lehmigen Sand und schliesslich in Löss übergehen, entspricht dieser Anschauung. Die Ausschaltung dieser universal verbreiteten basalen Schichten der Lössformation als „Sandlöss“ wird den Thatsachen kaum gerecht, besonders wenn man direct ausspricht, dass der Sandlöss als fluviatiler Absatz nur eine locale Facies des äolisch gebildeten sei. Die Sache dürfte umgekehrt liegen. In sehr verschiedenen und weit voneinander entfernten Gegenden Mitteleuropas beginnt der Löss mit sandigen oder kiesigen Lagen und zusammengeschwemmten Massen, ja selbst mit Blockpackungen. Ich erinnere an die „Steinsohle“, welche WAHNSCHAFFE unter dem niedersächsischen Löss feststellte, und an die ganz ähnlichen Lagen, welche WOLDRICH in Böhmen an der Basis des Lösses fand und in die Glacialzeit versetzt.

Eine durch eine Zwischenlösszeit bedingte Theilung der Lössprofile musste sich in den weiten Lössdistricten Schwabens ebenso geltend machen wie in anderen Lössgegenden, wenn ihr eine allgemeinere Bedeutung zukommen soll. Die zahllosen Lössprofile, die ich allmählich gesehen habe, lassen sich in drei Gruppen bringen¹. Die erste zeigt reinen Löss, der nur nach oben in Lehm übergeht, direct dem Anstehenden aufgelagert. Bei der zweiten liegt eine einheitliche Masse vor, die, abgesehen von der oberflächlichen Lehmzone, unten kalkfrei oder kalkarm ist, oben aus Löss besteht. Eine Discordanz ist nicht vorhanden, die Grenze verschwimmt, die mineralischen Bestandtheile sind oben und unten nach Qualität, Quantität und Grösse dieselben, mit Ausnahme des Kalkes. Die Schnecken beschränken sich auf den Löss. Häufig ist die Entkalkungszone durch die Farbe stärker markirt, brauner; die wellig auf- und absteigende Färbungsgrenze darf man nicht mit der Projection einer Discordanz- oder Denuationsfläche verwechseln.

¹ Profile, welche die Reihenfolge Lehm, Löss, Lehm, Löss zeigen, sind mir nur sehr selten vorgekommen und waren, wie die Einschlüsse des oberen Lehmes und Lösses zeigten, auf Umlagerung zurückzuführen.

Hier erscheint der Löss von unten her seines Kalkes beraubt. Die Unterlage ist z. B. in der grossen Grube bei Jagstfeld Keuperletten. Zwischen Lehm und Löss verläuft keine Erosionsgrenze, wie man erwarten sollte, wenn es sich um zeitlich getrennte Gebilde handelt, die mineralogische Zusammensetzung ist, bis auf den Kalkgehalt, genau dieselbe. Wie das möglich sein soll, wenn ein älterer Löss erst vollkommen verwittert, dann von einem jüngeren Gebilde überlagert wird, ist schwer verständlich. Dagegen kann ich mir sehr gut denken, dass die den Löss durchsetzenden Sickerwasser sich über dem Keuper im unteren Theile des Profiles stauen und dieses stärker angreifen, oder, wenn die Keuperfläche geneigt ist, dass über ihr Wasser circulirt, das, von dem capillaren Löss angesogen, diesen bis zu einer gewissen Höhe durchfeuchtet und allmählich entkalkt¹.

Vom oberen Neckar sind mir ganz ähnliche Lössprofile bekannt.

Zwischen Frommenhausen und Hirrlingen, etwa 7 km südwestlich von Rottenburg, ist eine grössere Lehmgrube. Die Wände des Stiches sind etwa 2,5 m hoch, die Unterlage ist Keuperletten, der hier in geringer Mächtigkeit die Lettenkohle deckt. Grosse Sümpfe auf dem Boden der Gruben bezeugen seine Undurchlässigkeit gegen Wasser; der Lehm ruht auf einer wasserhaltenden Schicht. Nun sind die oberen Zweidrittel des Materiales echter, stark brausender Löss, mit zahllosen Schnecken; das untere Drittel ist etwas dunkler gefärbt und ist kalkfrei oder doch annähernd. Keine Discordanz trennt den Lehm vom Löss, vielmehr ist die Grenze ganz verwischt; das Material, bis auf den Kalkgehalt, ist, wie sich beim Schlämmen und bei Betrachtung u. d. M. ergibt, genau dasselbe. Die ausgezeichnete verticale Zerklüftung setzt von oben bis unten gleichmässig durch.

Da oberer Lehm, Löss, unterer Lehm dieselbe minera-

¹ Noch während der Correctur sehe ich, dass JENTZSCH zur Erklärung eines Vorkommens von entkalktem Löss unter kalkhaltigem Löss auf die Einwirkung fliessenden Grundwassers aufmerksam gemacht hat (Zeitschr. f. d. ges. Naturw. Halle 1872. p. 82), während er später allerdings auch in diesem Falle der Annahme einer alten Verwitterungsfläche zuneigt (Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1894. p. 115).

logische Zusammensetzung haben, so kommen am Gehänge nicht selten Profile vor, wo der Löss sich auskeilt und beide Verwitterungszonen in eine verschmelzen, z. B. bei Jagstfeld.

In der dritten Gruppe tritt nach unten ein Wechsel des Materiales ein. Entweder mischen sich dem Löss reichlich Fragmente des Untergrundes bei, oder der Löss geht zunächst in sandigen Löss und in sandigen Lehm über, dem sich an der Grenze zum Anstehenden von diesem losgerissene Stücke beimischen, oder der Löss geht durch sandigen Lehm und Sand in Kies und Gerölle der Hochterrasse über. In keinem dieser Fälle lässt sich ein Schnitt durch die Ablagerung legen. Der basale Lehm ist nicht etwa Löss gewesen, sondern als Lehm abgelagert, wie die intacten Schnecken beweisen; das Ganze bildet stets eine einzige Masse, deren Eigenschaften sich continuirlich von unten nach oben ändern.

Wenn nicht direct an die Hochterrasse angeknüpft wird, spielt in den Lehm eingeschwemmter Untergrund eine charakteristische Rolle. Auch der alte Höhenschotter kann als Basis auftreten und ist dann ähnlich verarbeitet.

Sehr häufig bleiben Hochterrasse und Löss scharf getrennt (Profil von Mauer). Solange eine reissende Strömung die Thäler füllte, konnten hier nur grobe Materialien zum Absatz kommen und Löss bildete sich nur an den Gehängen und in allen möglichen Lagen der Hügellandschaft. Es sind zwei Facies, die sich seitlich vertreten, aber im geologischen Sinne kaum altersverschieden sind, wenn auch ganz allgemein die zweite Facies die ziemlich lange Aera abschliesst. Als zu Ende der Hochterrassenzeit die Flüsse sich zusammenzogen und die breiten Terrassenflächen heraustraten, dehnte sich auch auf diese die Lehm- und Lössformation aus, gelegentlich nochmals vom Kies überwältigt. Dies alles und auch die Abwandelung der Säugethierfauna geschah aber in einer und derselben geologischen Zeiteinheit und vielfach auch nebeneinander. Wenn wir hier theilen, wenden wir einen ganz anderen Maassstab an, als er in allen übrigen Gebieten der Geologie üblich ist.

Sehr bestechend ist die Zweitheilung des Profiles von

Mauer¹: Oben die Lössgruppe, unten die Sande, beide getrennt durch eine Erosionsfläche, welche in Wellenlinien auf und ab steigt. Eine weitere Theilung könnte man höchstens bei den Sanden versuchen, ausgehend von der eingelagerten „Letten-schicht“, während die obere Gruppe jedem solchen Versuche widerstrebt.

Sehr bemerkenswerth ist nun besonders im unteren Theile der Löss-Wand die Mannigfaltigkeit in der Ausbildung. Löss wechselt mit Lehm, Sandnester und Sandstreifen schalten sich ein, thoniges Material stösst unmittelbar an feinsandiges und kalkreiches. Dabei fällt auf der grosse Reichthum an Schnecken gerade in diesen tieferen Horizonten, während der obere, helle Löss dagegen fossilieer zu nennen ist. Dass der schneckenreiche Lehm hier nicht durch „Verlehmung“ entstanden ist, wird gerade dadurch am Besten bewiesen; auch eine Kindelzone hebt sich auf kurze Strecken heraus. Diesen unteren Theil hat man als „Sandlöss“ classificirt; seine Bedeutung für die Auffassung des Profiles, für die Entstehung des Löss und seinen Zusammenhang mit den Lehmen wird dadurch natürlich nicht herabgesetzt.

Die „Erosionsfläche“, welche die Lössgruppe von den Sanden trennt, ist keine einfache Denudationsfläche, sondern durch kräftige Ausfurchungen charakterisirt, welche beweisen, dass die Ablagerung des „Sandlöss“ unter lebhafter Wasserspülung vor sich gegangen sein muss. Ein lehrreiches Profil (Taf. VII Fig. 3) war in einem ganz frischen Ausstich der Grube aufgeschlossen; dabei sind die Lagen und Zungen, die hier in den reinen Sand hineingreifen, z. Th. als typischer, staubfeiner, kalkreicher Löss anzusprechen und führen reichlich die bekannte Landschneckenfauna. Ohne ihren Verband mit den anderen Straten zu kennen, würde man sie sehr wohl als äolisch gebildet auffassen können. Die den Sand durchziehenden Geröllstreifen haben bei dieser Abspülung das Material geliefert, das (nicht überall) die Erosionsgrenze durch eine Anhäufung von Geröllen noch schärfer markirt.

¹ Vergl. die genaue Beschreibung durch SAUER, Erläut. zum Blatt Neckargemünd. 1898. KOKEN, Geol. Karte von Kochendorf, Begleitwort. p. 78. 79.

Buntsandstein und Muschelkalk bilden stellenweise eine Art Steinsohle, finden sich aber einzeln auch noch höher. Neu zugeführt ist dagegen der Lettenkohlschutt, mit dem der „Sandlöss“ in dem etwas südlich gelegenen Wellenkalkbruch beginnt. SAUER fasst ihn als Elsenzkies auf und betont den Unterschied gegenüber den älteren Neckarkiesen. In der That geht hier ein Schnitt durch das Profil und seit der Ablagerung der alten Neckarkiese muss die Wasserführung der Gegend sich geändert haben. Es spricht aber Manches dafür, auch diesem Intervall (das sich auch keineswegs deckt mit der Zwischenlösszeit, da diese allein aus dem oberen Theile des Profiles construirt wird) nur eine untergeordnete Bedeutung zuzuerkennen. Es ist mit Sicherheit anzunehmen, dass die Sande von Mauer das genaue Aequivalent jener Sande und Kiese sind, welche bei Neckargartach und Frankenbach eine so grosse Verbreitung gewinnen, im Thale der Lein und des Böllingerbaches. Wie das Elsenzthal, so wurden auch diese Thäler in der Hochterrassenzeit dem Neckar gleichsam angegliedert und mit seinem Schutt erfüllt. Das Profil am Hippberge ist bis auf Einzelheiten die getreue Copie der Verhältnisse bei Mauer; ich habe hierüber an anderer Stelle Näheres mitgetheilt. Wir haben die Unionen, die Schneckenfauna und auch die Säugethiere von Mauer, obwohl von diesen bisher zu wenig gesammelt ist (trotz des reichen Vorkommens), als dass man über die Parallele im Allgemeinen hinauskäme. Charakteristisch ist wie dort der *Elephas antiquus*. Nun ist im Verlauf der Nebenthäler allerdings der Löss nicht scharf getrennt von dem Schottercomplexe. An einzelnen Stellen beginnt er auch hier mit Keuperschuttmassen, die aus der nächsten Nähe stammen und von dem fuchsbraunen, aus Buntsandstein entstandenen Sande und dem Neckarkies sich sehr unterscheiden. Es sind aber den Sanden auch sehr häufig Lehmlinsen eingelagert, welche eine engere Beziehung zu der Lehm- und Lössdecke der benachbarten Höhen verrathen; *Helix hispida* tritt in gewissen Sandschichten massenhaft auf, und ein als „Lette“ bezeichneter, sehr kalkhaltiger Lehm, welcher das Sandprofil gewöhnlich nach unten abschliesst (die tieferen Sande mit *Unio* sind nur selten noch zu beobachten), ist reich an den gewöhnlichen Lössschnecken oder umschliesst

auch Lösskindl an seiner oberen Grenze. Verfolgt man die Sande des Böllingerbaches und Leinthales abwärts bis zur Ausmündung in das Neckarthal, so sehen wir, dass sie der Hochterrasse desselben entsprechen und zwar der von mir als untere resp. jüngere bezeichneten Stufe. Diese Hochterrasse ist aber an mehreren Stellen wieder continuirlich durch Sand, sandigen Lehm etc. mit der Lössdecke verbunden, z. B. in dem schönen Profil gegenüber der Kochermündung, so dass über den engen Zusammenhang kein Zweifel aufkommen kann. Damit ist aber auch dem Hiatus an anderer Stelle eine weitertragende Bedeutung abgesprochen. Ein ähnlicher Zusammenhang spricht sich in den Tübinger Profilen aus, die wir gleich mittheilen werden. Vorher möchte ich nochmals auf die Frage der Löss-Theilung zurückkommen.

Den halben Meter „jüngeren Löss“ in SAUER'S Profil halte ich für eine junge Anschwemmung vom Gehänge her, wie ich sie bei Neckarsulm, Kochendorf, Biberach u. s. w. oft beobachtet habe. Bei meiner Aufnahme des Profiles von Mauer habe ich überhaupt nur stellenweise eine Andeutung davon gesehen; im Allgemeinen schloss das Profil nach oben mit der Lösswand oder mit einer Verlehmungsdecke derselben. Es erscheint mir sicher, dass der ganze Löss der verbreiteten mächtigen Decke des sogen. „jüngeren Lösses“ angehört, der in der Heilbronner Gegend alle Hochterrassen überzieht.

Säugethierreste werden im Löss und Lehm durchaus nicht selten bei den Abräumungsarbeiten gefunden; ich erhielt bei meinen Besuchen als sicher fossil aber nur *Equus caballus*. Die aus den obersten Schichten des Profiles vor meinen Augen entnommenen Zähne von Schwein, Ziege etc. beweisen nur, dass jene durchweg aus der intacten Lagerungsfolge ausgeschieden werden müssen, denn es handelte sich um ganz recente Reste, die keine Spur von Fossilisation zeigen.

Für den ganz allmählichen Übergang der Gerölllager der Hochterrasse sind die Profile von Jagstfeld, Tübingen wichtig. Einschaltung von Löss mit Schnecken in die Gerölle der Hochterrasse zeigt z. B. das zweite Profil aus Tübingen. Abwechselnde Lehm-, Löss-, Sand- und Kiesbildung lernen wir am Böllinger Bach und im Leinthale kennen (vergl. KOKEN, Kochendorf. p. 71 ff.).

Vom unteren Neckar seien die Profile Taf. VII Fig. 1 und 2 angeführt (eine Auswahl aus vielen von mir aufgenommenen), welche zeigen sollen, dass der Löss mit den basalen Schottern oder fluviatilen Gebilden aufs Innigste zusammenhängt¹.

Für die Zusammenschwemmung des Lösses am Gehänge und auf den Plateaux, wo er ohne Verbindung mit der Hochterrasse auftritt, seien auch einige Profile herangezogen.

Am klarsten ist ein Profil in den Weinbergen südlich von Wimpfen (Taf. VI Fig. 4). Aus dem fast trockenen Thale des Kühnbachs aufsteigend quert man zunächst die in jungdiluvialer Zeit auf der Sohle des Thales und in geringer Höhe darüber abgelagerten Schotter, zu denen die Höhenschotter das Material geliefert haben. Der Weg schneidet dann tief in den Löss, schliesslich in den Keuper ein. Man sieht, wie von dem Keuperbuckel verschiedene, bald ziemlich mächtige, bald sehr feine Straten von Keuperschutt sich in den Löss hinein fortsetzen. Nicht selten sind ihnen einzelne Geschiebe von Buntsandstein, Jura, Lettenkohle etc. beigemischt, welche weiter oben direct auf dem Keuper ihr eigentliches Lager haben (in ca. 225 m). Diese Gerölle sind oft von gar nicht unbeträchtlicher Grösse, über faustdick. Der Löss führt zahlreiche Schnecken.

Von grossem Interesse ist eine kleine Grube über Biberach, auf der linken Thalseite, am Ausgange eines Hohlweges. Auf den Zellendolomiten der Lettenkohle (in 187 m) lagern diluviale Bildungen, deren Liegendes (etwa 1 m) nicht klar zu sehen ist. Dann bemerkt man das skizzierte Profil, das übrigens auf kurze Entfernung zahlreiche kleine Abänderungen zeigt. Mehrfach wechsellagert hier typischer, schneckenführender Löss mit Schichten, welche aus Keuperbruchstücken und kleinen, seltener grösseren Geröllen zusammengeschwemmt sind. Die Löss-Straten sind von verschiedener Mächtigkeit, 0,30—1 m. Über der tiefsten, damals sichtbaren Schicht mit Keuperdetritus liegen dicke, bizarr geformte, zuweilen kopfgrosse Concretionen, in welche massenhafte Keuperbrocken

¹ Nach FÖRSTER, Geologischer Führer in der Umgegend von Mühlhausen i. E., p. 276, wäre der Löss nicht unmittelbar nach dem Hochterrassenschotter abgesetzt und durch eine Verwitterungsdecke von ihm getrennt.

eingebacken sind. Über ihnen liegt ein ausserordentlich feiner, mehligter Löss mit zahllosen *Pupa muscorum* und anderen Schnecken.

Auch die grosse Lehmgrube südlich Wimpfen zeigt die Anreicherung des Lösses mit Keupermaterial, das über der Sohle der Grube in z. Th. ziemlich grossen Fetzen eingeschwemmt ist. Der Löss enthält zahlreiche *Helix hispida* und *Succinea oblonga*, seltener *Helix arbustorum*. An einer einzigen Stelle war die Wand im Bereich einer fast kreisrunden Stelle von ca. 0,50 m Durchmesser ganz gespickt mit der letzteren Art. Der Befund spricht dafür, dass dieser Theil der Ablagerung recht rasch gebildet ist, denn es ist selbstverständlich, dass nicht im Verlauf von Jahrzehnten oder Jahrhunderten *Helix arbustorum* immer wieder auf dieselbe Stelle geschwemmt oder geweht worden ist. Das ganze Nest, welches einer verticalen Schicht von 0,50 m entspricht, muss vielmehr als Convolut auf einmal hier begraben sein. Gegen die meist angenommene langsame Erhöhung des Lössbodens spricht übrigens auch, wenigstens zuweilen, der vortreffliche Erhaltungszustand grosser, im Löss gefundener Säugethierreste. Es ist nicht denkbar, dass ein Skelet oder ein Knochen auch nur ein Jahr die Oberfläche durchragt, ohne an diesem Theile ganz beträchtlich zu verwittern.

Es ist mir aber auch nicht plausibel, dass diese raschen, dauernden Überschüttungen mit einem staubfeinen Material nur durch den Wind geschehen sind. Nach den Befunden in der hiesigen Gegend halte ich Zusammenschwemmung für die weitaus wichtigste Ursache der Lössablagerung. Gegen Ende der Zeit mochte immer der Wind sein Spiel treiben¹ und herumliegende Gerölle abwetzen, wie wir

¹ Spuren der Windwirkung habe ich an zwei Stellen im Lössgebiet von Jagstfeld constatirt, östlich von Kochendorf und östlich von Offenau. An beiden fand ich geglättete und erodirte Geschiebe, wenn auch keine typischen Dreikantner. Herr Dr. ENDRISS theilte mir ebenfalls mit, dass er bei Offenau Kantengeschiebe gesammelt habe. In keinem Falle sind aber diese Stellen beweisend für die äolische Ablagerung des Lösses, denn wenigstens östlich Kochendorf kommt Windschliff nur vor, wo die Gerölle ohne Decke auf dem Keuperboden lagern. Im geschlossenen Profil habe ich niemals Spuren des Windschliffes an den von Löss überlagerten Schottern bemerkt. Bei Offenau habe ich die Winderosion auch nur an

es auch gegenwärtig an geeigneten Localitäten (Unter dem Regenstein bei Blankenburg, Flugsandregionen bei Braun-

den freiliegenden Geschieben bemerkt; die Gerölle weiter östlich zum Lohgraben hin zeigen sie nicht. In diesen wie in anderen Fällen lässt die Thatsache des Windschliffes keinen Rückschluss auf die Entstehungsweise des Lösses zu; die Winderosion setzte erst ein, als Lehm und Löss entfernt waren. Alle anderen Beobachtungen im Gebiete sprechen gegen eine wesentlich äolische Entstehung des Lösses und für eine Zusammenhäufung durch Wasser.

Oft besprochen ist die häufig asymmetrische Bildung der Thäler: der eine Hang ist steiler und zeigt das anstehende Gestein unverhüllt oder nur von reducirtem Diluvium bedeckt, der andere ist flacher und in tiefgründigem Löss oder Lehm begraben. E. FRAAS erblickte mit vielen Autoren in dieser Erscheinung einen Beweis für die äolische Art der Ablagerung der Lössgebilde; der Vergleich mit „Schneewehen“ verdeutlicht am besten, was gemeint ist. Die einseitige Lagerung des diluvialen Lösses ist vor allem von TETZE hervorgehoben und als eine primäre aufgefasst. Ich kann mich für unser Gebiet dem nicht anschliessen. Zu deutlich sprechen für spätere, secundäre Abwaschung des einen Gehänges übriggebliebene Reste von Lehm, auch von Schottern, die in den weichen und erweichten oberen Schichten des Keupers gleichsam kleben blieben. Ausserdem ist die Orientirung nach der Himmelsgegend nicht so constant, wie sie sein müsste, wenn nur der sogen. „Windschatten“ der herrschenden Windrichtung in Frage käme.

Es dürfte keinem Zweifel unterliegen, dass diese mannigfaltig variirten Verhältnisse nicht in die Zeit der Lehm- oder Lössbildung zurückreichen, sondern nach ihr entstanden sind durch fortwirkende Abspülung. Diese wird aber angeregt und verstärkt durch mehr als einen Umstand. Gewiss spielt die Wirkung des vom Winde gepeitschten Regens eine grosse Rolle, doch kann ich sie nicht für ausschlaggebend halten. Viel weniger kommt der von ZIMMERMANN hervorgehobene Einfluss der directen Sonnenbestrahlung für unsere Breiten in Betracht. Sehr viel wichtiger ist der hiermit zusammenhängende aber nicht hervorgehobene Umstand, dass die Schneedecke zur Zeit der Schneeschmelze zwei ganz verschiedene Rollen spielt. Am Nordhang hält sie sich sehr lange, schwindet allmählich wesentlich durch Verdunstung; sie schützt, deckt das Gehänge, während gegenüber am Südhang die Schmelzwasser unter dem Einfluss der intensiven Bestrahlung an der Denudation arbeiten. Ausserdem ist aber von hervorragender Bedeutung die Natur des Gesteins, und, wo Dislocationen eingriffen, wie im Schollenlande, die von diesen geschaffene Neigung der Schichten. Keuperterrain ist der Zerstörung günstiger als eine Muschelkalkplatte; aber auch hier beweisen die noch vorhandenen Reste der alten diluvialen Decke, dass die Denudation keine übermässigen Beträge erreicht. Wie kräftig auch diluviale Dislocationen noch in die Ausgestaltung der späteren Oberfläche eingegriffen haben, so bleibt doch die Abtragung in der späteren Diluvialzeit weit hinter der häufig gehörten Schätzung zurück. Hier hat die tertiäre Zeit das Grössere geleistet.

schweig, Nömme bei Reval) beobachten. Steppenflora und Steppenfauna konnten sich reich entfalten, fordern aber an sich nicht die zur äolischen Bildung des Lösses vorausgesetzten Bedingungen.

Nach v. RICHTHOFEN'S Auffassung ist der Löss ein langsam durch subaërische Agentien mit Hilfe der Vegetation gewachsener Steppenboden. Wenn auch „spülende Wasser“ unter den subaërischen Agentien aufgeführt werden, so wird doch den Staubwinden die grössere Bedeutung zugeschrieben; was durch diese dem Boden zugeführt wird an festen Bestandtheilen, wird durch die Grasvegetation festgehalten (China. 2. 276, 278, 348, 427, 534 u. a. Stellen).

Die Beobachtung, dass Baumwurzeln bis über 100 Fuss Tiefe eindringen, führte ihn auch zu einer Erklärung der durch alle Theile des Lösses verbreiteten Canäle. Die Wurzeln der lebenden Vegetation schufen die Höhlen, die bei zunehmender Aufhäufung von den Pflanzen verlassen werden und in denen die Wurzelfaser abstirbt und verwest. Bei der Verwesung lassen sie die mineralischen Bestandtheile zurück, welche die Graswurzel vermöge der Diffusion der Flüssigkeiten aus der Tiefe heraufgezogen hatte; so wird auch der Reichthum an Kalk und die Röhrenbildung unter demselben Gesichtspunkte aufgefasst.

Die ganze Theilung des interglacialen Lösses in älteren und jüngeren basirt auf dieser Anschauung, dass der Löss eine Steppenformation κατ' ἐξοχήν, ein in seiner grössten Masse äolisches, durch Staubwinde erzeugtes Product sei, ausgeblasen aus kalkreichen Materialien, und dass in jeder feuchteren Periode, mit dem Hereingreifen reicherer Vegetation, insbesondere des Waldes, die Vermehrung des Lösses stoppt und statt dessen oberflächliche Entkalkung, Verlehmung eintritt.

Für die Beurtheilung jener Zeit im Ganzen ist der von NEHRING geführte faunistische Beweis der positivste. Die Steppenthiere haben wir zweifellos im Lande gehabt, aber die klimatischen Bedingungen einer im Sommer dürstenden Grassteppe haben doch wohl nur in wenigen Gegenden Deutschlands geherrscht. Ich gebe gern zu, dass *Alactaga* den Wald entschieden vermeidet (RADDE), aber diese extreme Steppenform findet sich auch nicht überall, und das Vorkommen von *Sciurus*,

das verschiedentlich constatirt ist, verlangt ebenso zwingend, dass Bäume vorhanden waren, ob nun in parkähnlichen Gruppen oder in grösseren Beständen, ist gleichgültig. Die Zeit der Steppenthiere und der Lössbildung werden identificirt; dann haben wir aber schon während des Aufbaues des Lösses eine Vegetation, welche für den Löss eigentlich eine destructive Rolle spielen soll. Man beachte übrigens, dass ganz allgemein die Vegetation in den Hypothesen über den Löss eine doppelte Rolle spielt; einmal soll sie ihn aufbauen, indem sie den Staub festhält, dann aber auch wieder in Lehm verwandeln, indem sie ihn entkalken hilft; ob wir es mit Baum- oder mit Graswurzeln zu thun haben, würde für den letzteren Vorgang wohl gleichgültig sein. Soll die die Bodenfeuchte haltende Rolle der Vegetation durch einen anderen Factor auf das geringste Maass beschränkt werden, so kann nur an eine quasi intermittirende Vegetation gedacht werden, die während der trockenen Zeit vergeht, dann aber auch den aufspeichernden Einfluss auf den Staub nicht ausüben kann. Das ist an sich ein Dilemma.

In dies. Jahrb. 1900. I. 143 habe ich auf ein Profil von Tübingen aufmerksam gemacht, welches Reste von *Spermophilus* und *Lemmus* geliefert hat. Die Steppenfauna tritt hier in ganz zweifellos zusammengeschwemmten Massen auf, deren Entstehung mit einem staubtrockenen Klima sich nicht vereinigen lässt. Man sieht, dass auch die Thiere, welche am liebsten die freien, offenen Flächen der Steppe zum Aufenthalt wählen, während der Diluvialzeit sich, wie fast alle gleichzeitigen Säugethiere, in andere Lebensbedingungen gefunden haben, wenn sie nur nicht geradezu unvereinbar mit ihrer Constitution waren. Die allmähliche Abstufung von moränenartigen Blockmassen bis zum Lehm schliesst auch aus, auf plötzliche Regengüsse während einer im ganzen trockenen Zeit zurückzugreifen; von unten bis oben sind die Lagen des Profils durch Wasser zusammengebracht.

In seinem tieferen Theil hat das Tübinger Profil zweifellos Ähnlichkeit mit dem von Cannstatt. Die oft ganz gewaltige Grösse der Blöcke, die mit vielen kleinen vermischt, in sandigen Lehm eingebettet sind, nöthigt uns, dem Transport durch Wasser noch irgend einen anderen Factor zuzugesellen.

Viele Steine sind stark geplättet, besonders die rhätischen Sandsteine und Liaskalke; auf letzteren kommen auch, allerdings recht undeutlich, Kritzen vor. So möchte ich auch hier an zerstörte Moränen denken, welche an der Einmündung in das Ammer-Thal zu einer Art Terrasse verarbeitet sind. Aber nicht hierin allein beruht die Bedeutung des Tübinger Profils. Wichtiger noch ist die Beziehung zum „Löss“. Ich will von vornherein zugeben, dass der Lössgeologe das Tübinger Gestein nicht als „Löss“ anerkennen wird. Immerhin enthält es die Steppenfauna, Lösskindl und besitzt Röhrenchenstructur.

Ein anderes interessantes Profil wurde ebenfalls in Tübingen durch die Neubauten in der Mühlstrasse entblösst. Der in Schicht VIII gefundene Stosszahn von *Elephas primigenius* ist an einigen Stellen ausgezeichnet geschrammt.

- I. 40 cm Humus.
- II. 3 m rother Lehm mit scharfen Geröllen von Stubensandstein, Keupermergel, Rhätsandstein. Die Gerölle können auch fehlen.
- III. 20 cm rother, sehr feiner Sandlehm ohne jede Gerölle.
- IV. Locale, 5 cm hohe Bank mit kleinen Stubensandsteingeröllen.
- V. 14 cm rother Lehm wie III.
- VI. 20 cm gelber Lehm wie III.
- VII. 1 m mit Kalksandlagen wechselnde, abgerundete kleine und mittelgrosse Gerölle von Stubensandstein, Muschelkalk, Keupermergel und wenig Rhätsandstein.
- VIII. 20 cm hohe Schicht mit grossen Geröllen, hauptsächlich Rhätsandstein. Lager des Zahnes.
- IX. 30 cm kleine Gerölle.

An Stelle von VIII und IX tritt an anderer Stelle Löss mit *Helix hispida* und *Pupa muscorum*.

- X. Grosse Blöcke von Geröllen, hauptsächlich Rhät und Stubensandstein. Die Gerölle hier am grössten.
- XI. Rothe und grüne Keupermergel, oft bis über X und IX heraufgepresst.

Die Einschaltung von Löss mit *Helix hispida* und *Pupa muscorum* in zweifellos fluviatile Schichten ist hier besonders auffallend. Bemerkenswerth ist auch die gestörte Oberfläche des Keupers unmittelbar unter den grossen Geschieben. Jüngerer Löss in grösseren Thälern wird mehrfach mit Bestimmtheit angegeben; ich zweifle nicht an dem Vorhandensein, wohl aber an einer selbständigen jüngeren Lösszeit. Im unteren Neckar-Thale kenne ich auch Löss, die alle Charaktere

einer ursprünglichen Lagerung haben, und doch nur verschwemmt sind, wie aus ihren Einschlüssen deutlich hervorgeht. Das Material ist so ausserordentlich transportfähig, dass man es eben nur dort vermisst, wo die eigentliche Inundationsfläche des Stromes oder Flusses beginnt. Der Löss ist beständig im Wandern. Das lehrt der Ausstrich breiter intacter Lössflächen in der Höhe, wo sonst nur Lehm zu erwarten wäre, das lehrt die ganz regelmässige Anhäufung am Fusse der Gehänge, das lehrt das häufige Fehlen an der Wetterseite der Berge. Der Abspülungsprocess, welcher die Massen des Plateaulösses beständig zu Thale schafft, lässt sich auch danach einschätzen, dass gerade auf den Höhen (z. B. um Wimpfen) die tieferen, schneckenreichen Lagen des Lösses offen zu Tage liegen („Schneckenhäuslesboden“). Und umgekehrt werden durch denselben Process die schneckenarmen oberen Lagen des Lösses am Fuss der Gehänge beständig verstärkt, denn nur bei sehr rascher Abspülung, gleichsam in Schlammfluthen eingehüllt, wandern die zarten Gehäuse mit, während sie der langsamere Abspülungsprocess aufreibt.

Verschwemmten Löss von solchem auf sogen. primärer Lagerstätte zu unterscheiden nach Structur und petrographischer Beschaffenheit, ist ein Ding der Unmöglichkeit. Häufig belehrt uns ein sehr unerwarteter Einschluss erst, dass wir keinen intacten Löss vor uns haben. Auch solcher Löss ist kalkhaltig, kann Schnecken führen, blättert, ist ungeschichtet, von verticalen Röhren durchzogen — und doch ist er geflossen, wobei ein Theil der für den Löss typischen Eigenschaften nothwendig vernichtet werden musste. Das gilt besonders für die Röhrenstructur. Wenn diese aber nach kurzer Zeit wieder hergestellt werden kann, so ist es unzulässig, sie zum Rückschluss auf die primäre Entstehung des Lösses auf äolischem Wege zu verwerthen. Gerade dass wir in den Röhren so häufig eingeschrumpfte Pflanzenwurzeln finden, ist ein Beweis, dass die Röhren ganz allgemein mit der alten Steppenvegetation nichts zu thun haben; von dieser könnten Reste in der porösen Gesteinsmasse sich kaum erhalten haben. Nirgends ist bei uns der Löss so mächtig, dass er nicht den Pflanzenwurzeln zugänglich wäre; die

an geblich sehr hohen Mächtigkeiten am unteren Neckar werden vorgetäuscht durch Lagerung am ansteigenden Gehänge.

So viel nun auch die Rede ist von den für den Löss charakteristischen Röhren, so wenig positive Angaben über deren Beschaffenheit habe ich zu entdecken vermocht. Die folgenden Bemerkungen werden daher in mancher Weise nicht überflüssig erscheinen.

In sehr feinen, stäubenden Lössen sind die Canäle in der That wohl ausschliesslich auf Pflanzenwurzeln zurückzuführen, in gröberen und ungleichkörnigen Massen aber, wie sie bei Tübingen verbreitet sind, geht aus der Beschaffenheit der Hohlräume, welche durchaus unregelmässig gebildet sind, hervor, dass sie oft in erster Linie durch das versickernde Wasser geschaffen sind und dass die Pflanzenwurzel unter Umständen diesen leichteren Bahnen erst secundär gefolgt ist. Die Natur dieser Röhren kann man auf keine Weise besser studiren, als dass man grössere Lössstücke auseinanderbricht und bei auffallendem Lichte mit dem Mikroskop oder einer scharfen Lupe betrachtet.

Dass die Meinung v. RICHTHOFEN's, die Pflanzenwurzeln saugten den Kalk aus der Tiefe und schieden ihn direct aus sich wieder aus, physiologisch unhaltbar ist, wissen wir heute. Wenn sich der Kalk als Bekleidung der Pflanzenwurzeln absetzt, so geschieht das in der Weise, wie sich Tuff um Phanerogamenstengel bildet. Da die Wurzelhaare, solange sie activ sind, das Wasser ansäuern, so wird die Kalkabscheidung aber erst nach ihrem Tode vor sich gehen. Sie füllen dann, stark zusammengeschrumpft, das Lumen der Röhre auch nicht mehr aus, und die Incrustation, welche zunächst die Röhrenwandung bedeckt, wird in keinen Contact mit der Wurzelfaser gerathen. Es ist also nur ein bedingter Zusammenhang zwischen Kalkröhren und Wurzeln, und ohne Weiteres ersichtlich, dass, wenn Canäle im Löss gebildet werden können nur durch Sickerwasser, ohne Beihilfe von Wurzeln, auch die sogen. Wurzelröhren ganz unabhängig von der Vegetation in diesen Hohlräumen in derselben Weise sich bilden werden, wie sich eine beliebige Höhlung mit Kalksinter überzieht.

Dass solche Calcitröhren sich auch in anderen Gesteinen unter Umständen bilden, beweist ihr Vorkommen z. B. im marinen Tertiärsand von Altenberg, südlich von Zöschingen. Das Gestein ist zu einem lockeren Sandstein cementirt.

Die zierlich gebogenen Röhren schlängeln sich hier in verschiedenen Richtungen um die Sandkörner herum, nicht nur in der Verticalen, verzweigen sich, verschmelzen und sind meist von geringer Länge. Ihre Structur ist faserig wie die der beschriebenen Lössröhren.

Die sehr unregelmässigen Hohlräume des mit groben Sandtheilchen erfüllten Tübinger Lösses sind an den Wänden

mit drusigen und stalaktitischen Absätzen von Calcit überzogen, die keine Röhren bilden. Oft sieht man nur ein Aggregat loser Krystalle von winzigen Dimensionen, die auch zwischen den Sandkörnern vertheilt vorkommen; besonders dort, wo kleinere Canäle in grössere münden, kleben sie an der Wandung wie Mehlstaub. Dieselbe Beobachtung macht man übrigens auch in den feineren Rhein- und Neckarlössen. Wo der Löss seinen Kalkgehalt eingebüsst hat, sind die Hohlräume trotzdem übersintert, aber nicht mit Calcit, sondern mit einer feinen thonigen Substanz, die offenbar auch von Sickerwasser hinterlassen ist (Fig. 1). Beobachtet man die Calcitröhren in situ, so erfüllen sie oft in krausen Windungen dicht gedrängt einen grösseren Canal (Fig. 2). Sie haben eine ganz charakteristische Structur, indem sie aus zahllosen Kryställchen aufgebaut sind, die beim Zerschneiden den Rand der Röhren



Fig. 1. Mit thoniger Substanz übersintertes Röhren im Lehm, sich nach oben theilend. Tübingen.

10:1.

eigenthümlich zerfasert erscheinen lassen. Es lassen sich besonders gute Präparate herstellen, wenn man Dünnschliffe aus harten Lösskindeln anfertigt, in welchen, wenigstens zuweilen, so bei Mauer, die Röhren noch eingebacken liegen.

Die Röhrcchenbildung in unmittelbarer Anknüpfung an die recente Vegetation ist oft deutlich nachweisbar¹; besonders



Fig. 2. Röhrcchen mit einmündenden Canälen. Anhäufung von Calcitkörnern und zahlreichen Wurzelröhrcchen. Jagstfeld. 10 : 1.

¹ Die Gleichförmigkeit der Röhrcchen und die Schwierigkeit, im Löss grobe, primäre und dünne, davon abgezwigte secundäre und tertiäre Canäle zu erkennen, lässt nach FRÜH auf das Vorherrschen xerophiler

schön sah ich dies in einem dejectiven Löss am Riesrande, bei Edernheim. Die Wurzeln haben hier zahllose, vielfach verschlungene und sich deutlich verzweigende Hohlräume geschaffen, in denen das Sickerwasser seinen Kalk absetzte. An einzelnen Stellen sind die Wandungen nur bestäubt mit den kleinen Körnern (deutliche Krystallformen sind nicht festzustellen), dann sieht man, wie sie sich in Reihen gruppieren, Perlschnüren vergleichbar, und compacte Röhren entstehen, indem die quergegliederten Stäbe sich fest aneinander schliessen. Der Hohlraum kann bei fortdauernder Zufuhr auch vollkommen verstopft werden.

Gramineen schliessen. Die anknüpfende Folgerung ist dann die, dass jene Gramineen den Löss unmöglich erst nach seinem Absatz besiedelt haben, da ihre Wurzeln nicht so tief eindringen, wie die Röhren im Löss verbreitet sind. „Vegetation und Sedimentation waren gleichzeitige und reciproke Factoren.“ Die ganze Construction fällt in sich zusammen, wenn man die Röhren im Löss *in situ* studirt, denn nicht eine von den Prämissen trifft zu.

Tafel-Erklärung.

Tafel VI.

- Fig. 1. Löss in Wechsellagerung mit Keupergrus. Biberach.
- „ 2. Lehmgrube bei Hirrlingen. Der Löss oben und unten entkalkt. ca. 430 m über N. N.
 - „ 3. Lehmgrube südlich Wimpfen (Plateaulöss). Der Löss ist im unteren Theil von Keuperschlieren durchzogen. 212 m über N. N.
 - „ 4. Profil im Hohlweg durch die Weinberge nördlich vom Kühnbach (Wimpfen). α verschwemmte Gerölle der auf der Höhe lagernden Schotter.
 - „ 5. Lehmgrube in einem Weinberg südwestlich vom Lautenbacher Hof bei Kochendorf. Der Löss oben und unten entkalkt.
 - „ 6. Profil in einem Hohlweg bei Untereisesheim. Löss übergehend in Lehm mit viel eingeschwemmtem Keupermaterial. 215 m über N. N.
-



Fig. 1.

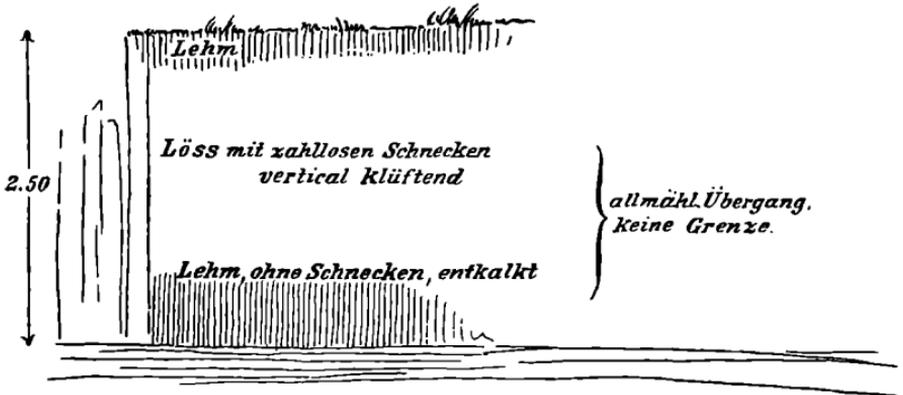


Fig. 2.

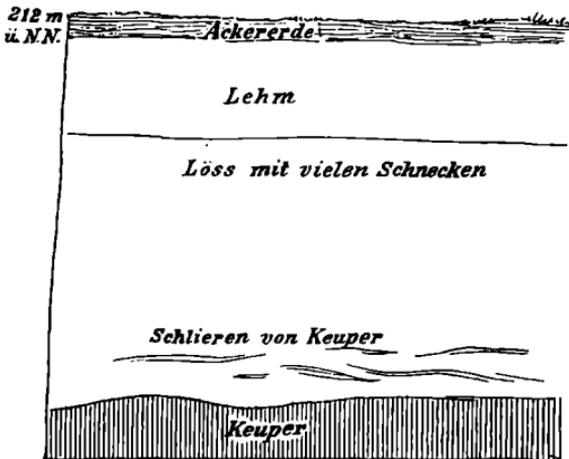


Fig. 3.

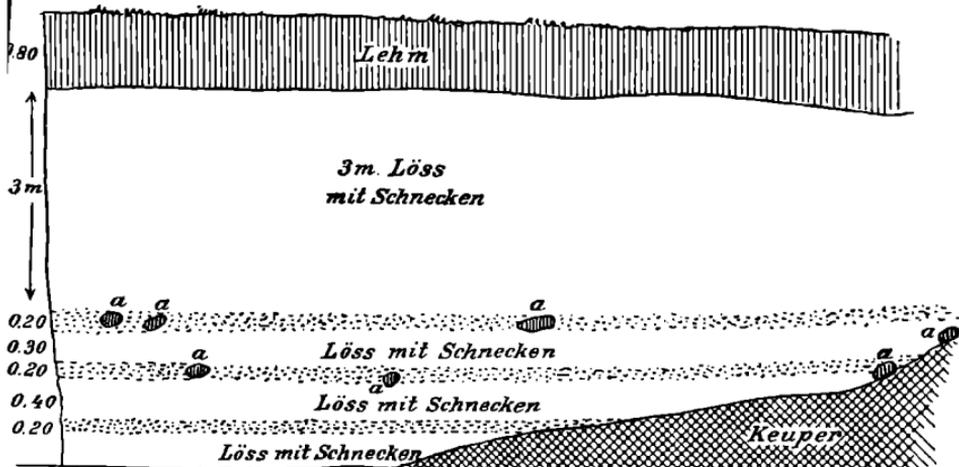


Fig. 4.

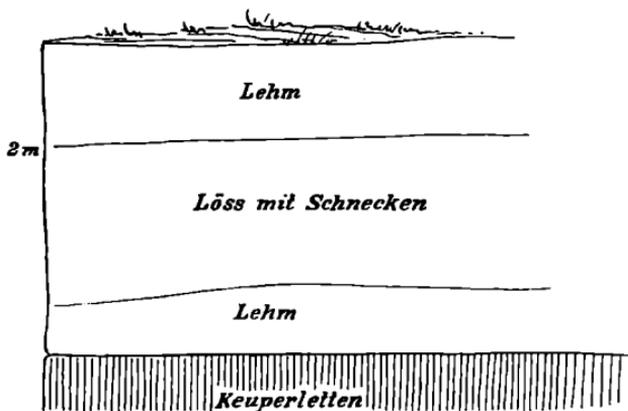


Fig. 5.

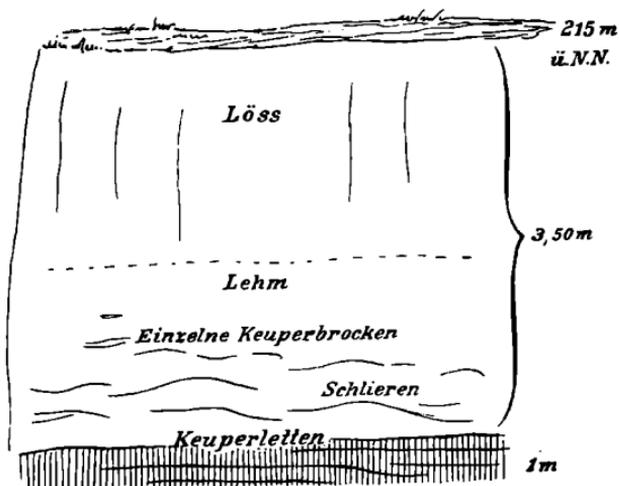


Fig. 6.

Tafel-Erklärung.

Tafel VII.

- Fig. 1. Profil der Sandgrube bei Neckarsulm.
„ 2. Profil im Steinbruch gegenüber der Kochermündung.
„ 3. Detailprofil in der grossen Sandgrube von Mauer. Ineinander-
greifen von Löss und Sand.
-

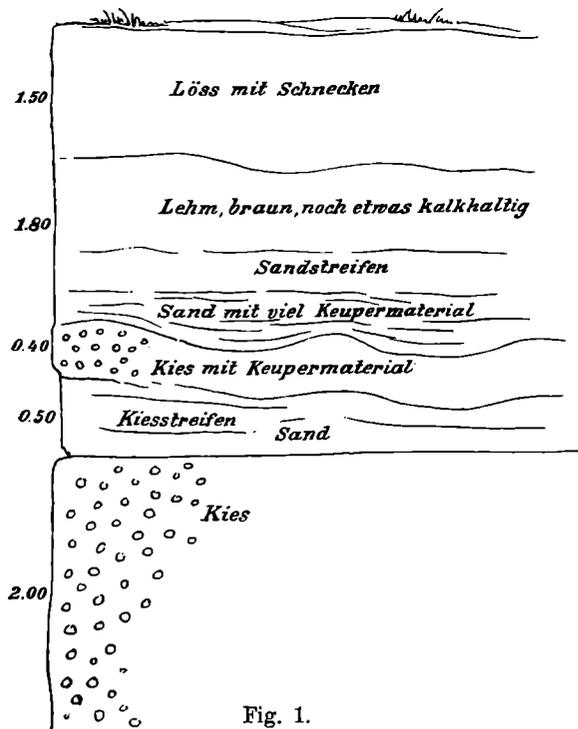


Fig. 1.

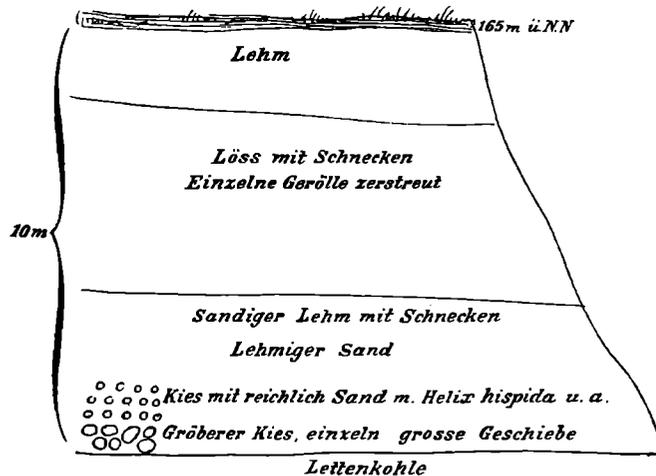


Fig. 2.

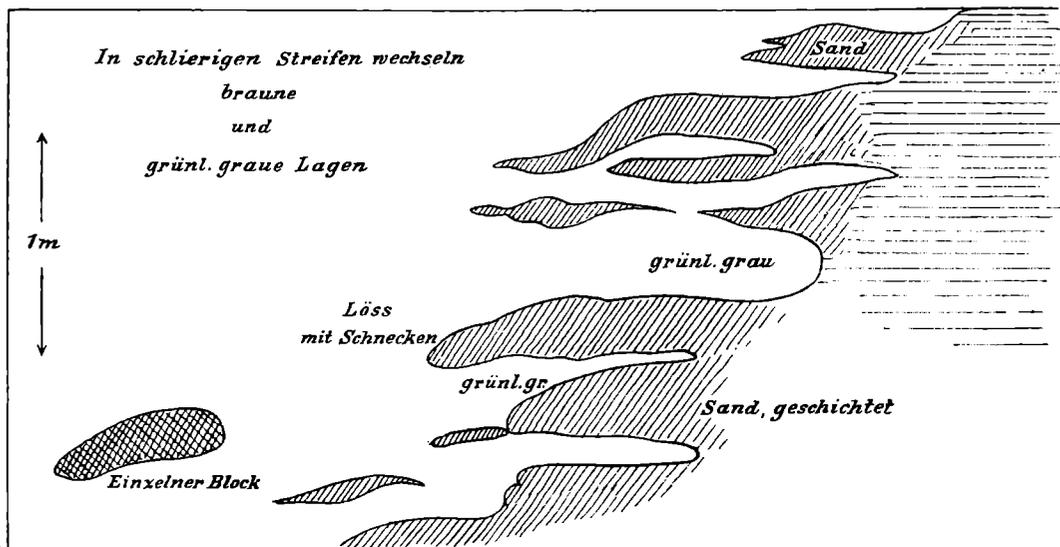


Fig. 3.