

Herr STEINMANN (Freiburg) sprach über die Entwicklung des Diluviums in Südwest-Deutschland.

Als naturgemässer Ausgangspunkt für die zeitliche Gliederung der Diluvialbildungen ergibt sich in Südwest-Deutschland wie im Alpenvorlande die Zone orographisch deutlich entwickelter, weil so gut wie unverletzter Endmoränen der letzten Eiszeit. Sie stellen zusammen mit den sich daran schliessenden Schotterauffüllungen der Niederterrasse eine auffällige und, in der Mehr-

zahl der Vorkommnisse, die am leichtesten wieder zu erkennende Bildung des Diluviums überhaupt dar. Diese Endmoränenzone ist von den meisten Forschern im Alpenvorlande als die äussere Grenze der Eisbedeckung der letzten Eiszeit angenommen und als „innere Moräne“ bezeichnet worden. Jedoch ist diese Ausdrucksweise leicht Missverständnissen ausgesetzt, weil die sog. „äusseren Moränen“ der älteren Diluvialzeit nicht oder wohl nur in den seltensten Fällen noch den Charakter von Endmoränen deutlich erkennen lassen und weil hinter den sog. „inneren Moränen“ noch näher an die Ausgangsflächen der Vereisung gerückte, ebenfalls deutliche Endmoränenzüge erscheinen, welche mit grösserer Berechtigung als „innere“ angesprochen werden könnten. Es erscheint daher zweckmässiger, die „inneren“ Moränen Hauptendmoränen zu nennen, denn ihre Kennzeichen sind:

1. das Fehlen ähnlich grossartig entwickelter, von Löss und Lehm nicht bedeckter, typischer Endmoränen ausserhalb derselben. Damit steht im Zusammenhange, dass die echte Moränenlandschaft mit ihren bekannten orographischen und hydrographischen Ausgestaltungen nur in und hinter dieser Hauptmoränenzone angetroffen wird.
2. der Beginn der grossen, frischen, meist nur von den jetzigen Flussläufen zersägten, fluvioglacialen Aufschüttungen der sog. Niederterrasse an den Hauptendmoränen.

Es empfiehlt sich auch noch aus einem anderen Grunde in Südwest-Deutschland als Ausgangspunkt für die Gliederung die Hauptendmoräne zu wählen. Die an die Endmoräne der höheren Theile des Schwarzwaldes und der Vogesen unmittelbar anschliessenden Niederterrassen lassen sich bis in die Rheinebene verfolgen, wo sie mit den fluvioglacialen Aufschüttungen der letzten Vereisung der Schweizer Alpen verschmelzen, derart, dass, wenn man von der Rheinthalebene ausgehend die Niederterrassen aufwärts verfolgt, man sie in den oberrheinischen Gebirgen wie im Alpenlande an den Hauptendmoränen endigen sieht. Damit ist für letztere der Beweis ihrer Gleichaltrigkeit unzweifelhaft erbracht.

Für andere Glacialgebiete, wie für das norddeutsche oder gar das nordamerikanische, lässt sich wegen des mangelnden Zusammenhanges der Nachweis der Gleichaltrigkeit der Hauptendmoränen zwar nicht direct erbringen, aber es ist ja bekannt, dass sich die Verhältnisse des Alpenlandes und des Oberrheingebietes, namentlich soweit die Erscheinungen der Hauptendmoränen in Frage kommen, dort in ganz analoger Weise wiederholen. Es hiesse daher meiner Ansicht nach unsere Erkenntniss rückwärts schrauben, wollte man ohne zwingende Gründe an die-

sem Angelpunkte der allgemeinen Diluvialgliederung rütteln¹⁾, und ebenso wenig erscheint es zweckmässig, akademisch zu erörtern, ob man die durch die Hauptendmoränen gekennzeichnete Phase der Diluvialzeit als gesonderte Eiszeit oder nur als ein Rückzugstadium auffassen soll.

Zur Zeit der Bildung der Hauptendmoränen lag in den südlichen Theilen der oberrheinischen Gebirge die Schneegrenze in beiläufig 700—800 m Meereshöhe, eine Ziffer, die sehr wohl mit den entsprechenden Bestimmungen für das Juragebirge und die Alpen übereinstimmt. Dort befand sich die Schneegrenze fast durchgängig in über 1000 m Meereshöhe; nur stellenweise, wie in den Salzburger Alpen (nach BRÜCKNER), etwas darunter (900 m). Das bedeutet eine Höhendifferenz gegenüber der jetzigen Lage der Schneegrenze von ungefähr 1200 m. Aus dieser Lage der Schneegrenze in den oberrheinischen Gebirgen erklärt sich die auffallend ungleiche Vertheilung der Niederterrassen - Aufschüttung in den Thälern derselben. Diejenigen Thäler nämlich, welche in den höheren, im Allgemeinen über 800 m hoch aufragenden Theilen der oberrheinischen Gebirge endigen, sind in ihren unteren Theilen mit mehr oder minder mächtigen Geröllmassen angefüllt, während den Thälern, deren Einzugsgebiet in oder unter jener Höhe liegt, die Geröllmassen ebenso wie die Hauptendmoränen fehlen.²⁾ Man darf in dieser Erscheinung den Beweis dafür erblicken, dass die Bildung der Niederterrassen allgemein auf fluvioglacialem, nicht auf fluviatilem Wege erfolgt ist, und zwar auch dort, wo ihr Anschluss an Hauptendmoränen nicht unmittelbar erkennbar ist. Denn wenn die Geröllauffüllungen nur fluviatilen Ursprungs wären, so müsste ihre Mächtigkeit ganz allgemein der Ausdehnung und Höhenlage des Einzugsgebiets und anderen orographischen und klimatischen Factoren direct proportional sein, was thatsächlich nicht zutrifft. Vielmehr giebt es ausgedehnte, von

¹⁾ Eine unzweideutige Bezeichnung der einzelnen Diluvialstufen steht noch aus. Will man die Hauptendmoränen-Stufe mit einem der von GEIKIE vorgeschlagenen Namen bezeichnen, so kommt man zunächst in Verlegenheit. Denn die Hauptendmoräne des alpinen Gebietes hat dieser Forscher nach PENCK in die Polnische Stufe, diejenige Nord-Deutschlands und Schottlands in die Mecklenburgische Stufe eingereiht, während doch eine Altersverschiedenheit für diese Gebiete so gut wie ausgeschlossen erscheint. Für mich sind die „inneren Moränen“ des Alpengebietes gleichalterig mit den holsteinisch-pommerschen sowie mit den schottischen Endmoränen, ebenso auch mit denjenigen Nord-Amerikas (Wisconsin Formation CHAMBERLIN'S).

²⁾ Es versteht sich von selbst, dass für die Gletscherbildung nicht die Höhenlage allein, sondern auch die Massigkeit der Gebirgsentwicklung sowie die klimatische Orientirung des Gebirgstheils maassgebend ist.

steilen bis etwa 800 m aufsteigenden Bergen umrahmte Thäler von gleicher Neigung wie die mit Niederterrassen erfüllte, in welchen eine der Niederterrasse irgendwie vergleichbare Aufschüttung durchaus fehlt.¹⁾

Man hat sich gewöhnt, alle Endmoränen, welche zwischen der Hauptendmoränen-Zone und dem Ausgangsgebiete der Vereisung liegen, also Rückzugsmoränen in Bezug auf die Hauptendmoränen darstellen, postglacial zu nennen. Das ist eine bequeme, wenn auch keineswegs einwurfsfreie Bezeichnung; denn auch die Hauptendmoränen können als Rückzugsmoränen in Bezug auf die früheren grösseren Vereisungen aufgefasst werden und sie werden in manchen Gebieten ja auch thatsächlich als solche betrachtet. Die Bildungsweise der Hauptendmoränen wiederholt sich in den postglacialen Endmoränen, die auch ihrerseits zur Bildung von fluvioglacialen Aufschüttungen in kleinerem Maassstabe geführt haben. So liegt der Unterschied nicht in der Art, sondern in dem verschiedenen Ausmaass und in der verschiedenen Zeit der Bildung.

Im Unterschiede von den Hauptendmoränen, welche in den südlichen Theilen des oberrheinischen Gebirges hauptsächlich in den grossen Thälern zur Entwicklung gelangt sind, beschränken sich die „postglacialen“ Moränen auf die nähere Umgebung der höheren und höchsten Erhebungen; sie liegen den Thalenden genähert und schliessen vielfach die reizvollen Karseen des Schwarzwaldes und der Vogesen nach unten ab. Nach dem gegenwärtigen unvollkommenen Zustande unserer Kenntnisse lässt sich die Zahl der Rückzugsmoränen für die oberrheinischen Gebirge noch nicht allgemeingültig feststellen. Ich halte es nicht für unwahrscheinlich, dass die anscheinend grosse Zahl von Rückzugsphasen, wie ich sie z. B. im Schwarzwalde hauptsächlich nach der Höhenlage der Endmoränen zu unterscheiden versucht habe, sich auf wenige, eine oder zwei, wird reduciren lassen, sobald grössere Gebiete genauer untersucht sein werden. Ein sicheres Ergebniss wird sich aber durch den Vergleich mehrerer benachbarten Glacialgebiete herausstellen. Für jetzt mag der Hinweis genügen, dass postglaciale Endmoränen in den oberrheinischen Gebirgen ebenso wie in den Alpen und in den nordischen Glacialgebieten nachgewiesen sind, und dass wir sie in allen denjenigen Mittelgebirgen zu finden erwarten dürfen, deren Erhebung die Höhe der Schneegrenze zur Hauptendmoränenzeit um 200 bis 300 m übertrifft.

Als das zeitliche Aequivalent der postglacialen Moränen

¹⁾ Als Beispiel erwähne ich das Kleinkappler Thal bei Freiburg.

und Schotter im Gebirge ergiebt sich im Rheinthale und in den grösseren Nebenthälern das sog. Alluvium. Am deutlichsten hebt sich das Alluvium von der Niederterrasse im Rheinthale zwischen Basel und Breisach ab, wo der Rhein sich mehr oder minder tief in die Niederterrasse eingeschnitten hat. Diese post-glaciale Erosionsrinne setzt auf der badischen Seite durch einen einfachen Steilabsturz schroff von der Hochfläche der Niederterrasse, dem sog. Hochgestade, ab, während auf der elsässer Seite mehrere Erosionsstufen zu ihr hinaufführen. Alle Absätze innerhalb dieser Rinne sind eben jünger als die Glacialterrasse selbst. Dem Rheinthal ähnlich verhalten sich die grossen Seitenthäler, nur sind alle Verhältnisse entsprechend schwächer zum Ausdruck gelangt. Schwieriger gestaltet sich dagegen die Unterscheidung zwischen „Diluvium“ und „Alluvium“ dort, wo die alluvialen Bildungen nicht in deutlich abgesetzten Rinnen unterhalb der Oberfläche der Niederterrasse abgelagert sind, sondern wo sie letzterer auflagern. Immerhin kann als durchgängiges Unterscheidungsmerkmal in diesem Falle die Verschiedenheit der Korngrösse gelten, welche ein unmittelbarer Ausdruck der fluvioglacialen Thätigkeit einerseits, der fluviatilen andererseits ist. Ausgedehnte alluviale Decken sind wohl ausnahmslos feinkörnig, und nur die Gerölle der Thalrinne selbst kommen an Grösse denen des Niederterrassenschotters gleich.

Die bis jetzt besprochenen Bildungen sind durch gewisse gemeinsame Merkmale ausgezeichnet, durch den relativ frischen Erhaltungszustand ihres Materials sowie durch das vollständige Fehlen von fremdem Gesteinsmaterial. Die Moränen, Schotter und Sande, welchen man in den Thälern des oberen Schwarzwaldes oder der höheren Vogesen begegnet, tragen insofern eine ganz locale Färbung, als sie entsprechend dem Fehlen oder doch der ganz minimalen und localisirten Verbreitung von Carbonatgesteinen kalkfrei genannt werden können; auch die feinen, schlickartigen Absätze der Thäler oder Gebirgsseen bieten keinerlei Beziehungen, weder nach ihrer mineralogischen Beschaffenheit, noch nach ihrer Structur mit dem carbonatreichen Löss oder seinem Verwitterungsproducte, dem Lösslehm. Aber auch dort, wo die Niederterrassen aus dem Gebirge in das mit Löss und Lösslehm bedeckte Vorland herausgetreten sind, setzen sie an den Lössgebieten als jüngere Thalauffüllungen ab. Die Endmoränen und ihre fluvioglacialen Aufschüttungen werden nicht von Löss bedeckt, und wo es den Anschein hat, als ob dies doch der Fall sei, erweist sich die Löss- oder Lehmdecke als eine rasch auskeilende, schuttkegelartig darüber geschwemmte Bildung, die nur als ein mit Lössmaterial vermisches oder auch fast ausschliesslich daraus

bestehendes Aequivalent der alluvialen Aufschwemmungen gedeutet werden kann. Im Oberrheingebiete meidet der Löss gerade wie im Alpenvorlande und in Nord-Deutschland das Gebiet der letzten Vereisung. Aus diesem Verhalten ergibt sich die Berechtigung, die Hauptendmoränen und Niederterrassenschotter sammt den Rückzugsmoränen als jüngere diluviale Aufschüttungen von den älteren zu trennen, wobei es nur von untergeordneter Bedeutung ist, ob man dann noch ein sog. Alluvium unterscheiden will oder nicht.

Mittlere und ältere diluviale Aufschüttungen.

Nach dem Gesagten fallen den mittleren und älteren Diluvialbildungen alle glacialen und fluvioglacialen Geröllmassen zu, die von Löss bedeckt sind, sowie Löss und Lösslehm selbst. Es hat sich nun im Laufe der Untersuchungen im Oberrheingebiet herausgestellt, dass eine derart einfache Gliederung, wie sie für das Alpengebiet anfänglich zweckmässig erschien und auch heute noch vielfach für zutreffend erachtet wird, hier nicht genügt. Wenn wir vorläufig absehen von den ältesten Glacialbildungen, die gewöhnlich der Pliocänzeit zugeschrieben und deren fluvioglaciale Absätze als Deckenschotter bezeichnet werden, so sollten nach dem Schema der Verhältnisse des Alpenvorlandes nur noch zwei Glieder übrig bleiben, nämlich die Bildungen der II oder grossen Eiszeit in der Form von Moränen und Hochterrassenschottern und der Löss, der sich zwischen die II. und III. Eiszeit einschleibt.

Was zunächst den Löss angeht, so hat sich als übereinstimmendes Resultat der Aufnahmen im Elsass, in Hessen und Baden ergeben, dass dieser weit davon entfernt ist, eine einheitliche Bildung darzustellen. Es wurde schon erwähnt, dass verschwemmter Löss, meist in verunreinigter Form und mehr oder minder stark verlehmt, sich als ein postglacialer Absatz auf der Niederterrasse findet. Aber auch hiervon abgesehen, zeigen die eigentlichen Lössabsätze eine Mannigfaltigkeit, die auf drei verschiedenen Modificationen in der Erscheinung beruht. Wir haben den Löss zu unterscheiden:

1. nach seiner Facies,
2. nach seinem Erhaltungszustande,
3. nach seinem Alter.

1. Die Faciesbildungen des Löss.

Unabhängig vom Alter und Erhaltungszustande des Löss können wir drei verschiedene Ausbildungsweisen desselben aus-

einanderhalten, die offenbar mit der Art und Weise seiner Entstehung zusammenhängen.

a. Der reine, ungeschichtete Löss kann als Typus des Löss überhaupt aufgefasst werden. Er ist schichtungslos, frei von fremden Beimischungen und im Allgemeinen gleichmässig gelbgrau gefärbt. Er ist arm an Thierresten, meist sogar ganz fossilfrei. Die etwa vorkommenden Reste gehören ausschliesslich den drei gemeinsten Schneckenarten, *Pupa muscorum*, *Helix hispida* und *Succinea oblonga*, an.

b. Der Sandlöss, eine Mischung von Löss mit Sand, kleinen Geröllen oder thonigem Material lokalen Ursprungs, zeichnet sich durch Schichtung (auch Kreuzschichtung), oft verbunden mit wechselnder Beschaffenheit oder Farbe des Gesteins, aus. Er enthält meist reichlich Schnecken, und zwar neben den drei gewöhnlichen Arten vorwiegend Landschnecken. Stellenweise, so besonders in der Nähe der Einmündung grösserer Seitenthäler in's Rheinthal, führt er aber auch zahlreiche Süsswasser-Conchylien. In seiner Verbreitung beschränkt er sich auf die Regionen der Flussthäler, im Besonderen auf die Nähe des Rheinthales und kann daher auch als „Thallöss“ bezeichnet werden.

c. Der Gehängelöss¹⁾ ist eine meist nur wenig mächtige Bildung, deren Merkmal in der stets vorhandenen Gehängeschichtung besteht. Mit ihr Hand in Hand geht ein Wechsel in der Beschaffenheit, der durch verschieden starke Beimischung von Material aus dem Untergrund des nächsthöheren Niveaus verursacht ist. Schmitzenartig sind Brocken festeren Gesteins, Sand oder Lösslehmputzen darin vertheilt, und ebenso liegen auch die Lössschnecken oft in schrägen Streifen darin eingebettet. Die Schneckenfauna pflegt reich zu sein; Süsswasserformen fehlen, dagegen sind Reste von höheren Landthieren relativ häufig. Wohl immer war der Gehängelöss, wie ursprünglich auch meist der Sandlöss, noch von einer Lage reinen Lösses überdeckt. Er findet sich daher in den tieferen Lagen des sog. Lössprofils und stets auf oder unmittelbar neben einer geneigten Unterlage.

Die Unterschiede zwischen diesen drei Facies des Löss sind das nothwendige Ergebniss der Verschiedenheit der Bildungsräume,

¹⁾ Als Gehängelöss werden zwei wesentlich verschiedene Lössarten bezeichnet, nämlich alluviale Gehängebildungen, die nur durch Regeneration am Gehänge der Lössberge entstanden sind, und die eine lockere Beschaffenheit besitzen; andererseits Lössmassen, deren Entstehung in die Zeit der Lössbildung selbst fällt, und die nur die Gehängefacies des Löss selbst darstellen. Diese enthalten daher auch keine alluvialen Schneckenformen wie der „verschwemmte Löss des Gehänges“.

in denen der Löss zum Absatz gelangte: der Thalniederungen (Sandlöss), der Gehänge (Gehängelöss) und der wenig oder gar nicht geneigten Flächen (reiner Löss). In welcher Form der Löss uns aber auch entgegentritt, stets erscheint er als ein fremdes Material, das wohl mit dem örtlichen gemischt sein kann, sich selbst aber nie darauf zurückführen lässt. Es wurde schon betont, dass der Löss sich nirgends als das feine Ausschlammungsprodukt der Moränen oder Schotter der letzten Eiszeit in den oberrheinischen Gebirgen gebildet hat. Aber auch zu den feinsandigen Absätzen vorwiegend alpinen Ursprungs, dem Rheinsand, der in seiner Zusammensetzung, speciell durch seinen hohen Carbonatgehalt, dem Löss chemisch und mineralogisch nahesteht, besitzt er nur zufällige, keine genetischen Beziehungen. Die Richtigkeit dieser Behauptung wird am besten durch die Thatsache illustriert, dass jede Beimischung im Löss, auch die des feinen Rheinsandes, unmittelbar als etwas vom Lössmaterial durchaus Verschiedenes zu erkennen ist. Diese vollständige Unabhängigkeit des Löss sowohl von der Beschaffenheit des Untergrundes, als auch von der örtlich wechselnden Zusammensetzung der glacialen, fluvioglacialen und fluvialen Bildungen hat neben der unvergleichlichen Art seines Auftretens sowie seiner eigenartigen Structur der Theorie seiner äolischen Entstehung einen sich stetig vergrößernden Anhängerkreis verschafft. Nicht minder verdient, meiner Auffassung nach, die Thatsache in den Vordergrund gerückt zu werden, dass das Lössmaterial dem Oberrheingebiete ebenso fremd ist, wie dem norddeutschen Tieflande das nordische Glacialmaterial. Das Ursprungsgebiet unseres Löss liegt, wie ich annehme, im Norden, wo beim wiederholten Abschmelzen des Inlandeises ungeheure Mengen feinsten unverwitterten Glacialandes von gleichförmiger Durchschnitts-Zusammensetzung zunächst ausgeschlammmt und dann einem äolischen Aufbereitungsprocess unterworfen wurden. Das Complementär-Material des Löss sind die größeren Sande und Geröllmassen des älteren Diluviums im Norden; aus der Mischung dieser verschiedenen Gesteinsarten würde das Ausgangsproduct, die Grundmoräne, resultiren.

2. Der Erhaltungszustand des Löss.

Der Lösslehm ist das Product chemischer Verwitterung des Löss. Der Zersetzungs Vorgang gelangt in der Auslaugung des Kalkes sowie in der Ausscheidung des an Ort und Stelle verbleibenden Thons und der Eisen-Mangan-Oxyde zum Ausdruck. Der fortgeführte Kalk wird, soweit er nicht dem Quell- und Grundwasser zugeführt wird, zunächst in den tieferen Lagen der Lössschicht in der Form von Lösskindeln wieder ausgeschieden,

oder er gelangt auch wohl erst in dem liegenden Gestein als Kluftausfüllung zum Absatz. Infolge der Homogenität des Löss, des Fehlens von Klüften, geht die Zersetzung schrittweise von oben nach unten voran; es wird keine tiefere Lage verlehmt, so lange sich noch unverlehmt Löss über ihr befindet. Es bildet also der Lösslehm gesetzmässig eine Decke von gleichmässiger Mächtigkeit über dem noch unzersetzten Löss. Da nun aber die Zersetzung der Silicate und die Auflösung der Carbonate des Löss durch Kohlensäure und Humussäure bewirkt wird, und diese sich vorwiegend aus den zersetzten Pflanzenstoffen rekrutieren, so weist das Vorhandensein einer Lehmdecke auf die zeitweilige Existenz einer Vegetationsdecke hin.¹⁾ Das Ausmaass der Verlehmung sollte demnach im Verhältniss zur Dauer und Intensität der Vegetation stehen, und es wäre zu erwarten, dass im Oberrheingebiet erhebliche Unterschiede in der Stärke der Verlehmung beständen, da ja hier starke klimatische Differenzen auf engem Raume neben einander vorhanden sind, und dementsprechend die Intensität der Vegetation beträchtlichen Schwankungen unterworfen ist. Das trifft auch thatsächlich zu. In der nächsten Umgebung der niederschlagsarmen Rheinebene tritt der Löss ganz überwiegend in unzersetztem Zustande auf; seine Verlehmung nimmt ganz unabhängig von sonstigen Verschiedenheiten im Anstieg gegen die oberrheinischen Gebirge zu, derart, dass wir am Fusse derselben und innerhalb ihrer Thäler vorwiegend oder ausschliesslich Lösslehm antreffen. Dieser Wechsel des Erhaltungszustandes betrifft die Lössablagerungen verschiedenen Alters in wesentlich gleichartiger, wenn auch nicht gleich starker Weise, ein deutlicher Hinweis auf die Gesetzmässigkeit des Vorganges zu verschiedenen Zeiten.

Aus diesem Verhalten erklärt es sich auch, dass die zeitliche Gliederung der Lössabsätze, welche auf einem mehrfachen Wechsel frischer und verlehmt Lössmassen basirt, nur in der Nähe der Rheinebene leicht und deutlich beobachtet werden kann, da die Verlehmung gerade die hauptsächlichsten Unterscheidungsmerkmale undeutlich macht oder ganz verwischt.

3. Die Gliederung des Löss.

In der geologischen Kartirung des Oberrheingebietes hat eine Eintheilung des Löss in eine ältere und eine jüngere Stufe all-

¹⁾ Doch wäre es irrig, die Umwandlung des Löss in Lehm einer Vegetation zuzuschreiben, die zur Zeit der Bildung des Löss existirt hätte. Eine solche hat es dort, wo reiner Löss entstand, sicher nicht gegeben, vielmehr weist gerade das Fortschreiten der Verlehmung von oben nach unten auf das nachträgliche des Vorganges hin.

gemein Eingang gefunden. Zur Orientirung über die Unterschiede zwischen beiden mag vorausgeschickt werden, dass weitaus der grösste Theil des nicht verlehmtten Löss im Oberrheingebiet wie auch in anderen Gegenden (Nord-Frankreich, Belgien, Nord-Deutschland, Russland etc.) der jüngeren Stufe zufällt. Das Ueberwiegen des jüngeren Löss über den älteren, soweit die oberflächliche Verbreitung beider in Frage kommt, resultirt aus dem Umstande, dass letzterer allgemein von ersterem bedeckt und nur dort an der Oberfläche sichtbar wird, wo der jüngere Löss abgetragen oder durch künstliche Aufschlüsse entfernt ist. Am klarsten tritt die Zweitheilung des Löss in den mittleren Höhenlagen des Oberrheingebiets zu Tage. Hier begegnet man sehr häufig schon in Einschnitten von wenigen Metern Tiefe einer liegenden Masse von vollständig entkalktem und verlehmttem Lösslehm von gelbbrauner bis rothbrauner Farbe, der von hellgelbem, normalem, gewöhnlich sehr schneckenreichem Löss bedeckt wird. Letzterer trägt dann oft noch eine Decke von braunem Lösslehm. Da nun, wie ich vorher auseinandergesetzt habe, die Zersetzung gleichmässig von oben nach unten fortschreitet, so kann wohl die obere, braune Lehmdecke als ein nachträgliches Zersetzungsproduct des Löss gelten, nicht aber die untere, meist sehr viel mächtigere und viel stärker zersetzte. Die Zersetzung dieser letzteren muss vielmehr vollendet gewesen sein, ehe die hangende Lösslage sich bildete. Zwischen der Entstehung des Liegenden und des Hangenden lag also eine längere Periode intensiver Zersetzung, die wir als gleichbedeutend erachten mit einer Periode feuchten Klimas, das eine reiche Vegetation ermöglichte. Es liesse sich gegen diese Deutung wohl nur der Einwand erheben, dass aus solchen Profilen nicht ohne Weiteres mit Sicherheit hervorgeht, dass der liegende Lösslehm auch wirklich aus der Zersetzung von normalem Löss entstanden sei, sondern dass er möglicher Weise ein Zersetzungs- oder Zusammenschwemmungsproduct irgend welcher anderen Gesteine sein könne. Dieses Bedenken verschwindet aber, sobald wir nun derartige Lössprofile in tieferer Lage oder in grösserer Nähe der Rheinebene aufsuchen. Hier sehen wir die obere Lösslage sich nur insofern ändern, als ihre Lehmdecke ein wenig an Mächtigkeit abnimmt. Die liegende Lehmlage dagegen geht ganz oder zum grössten Theil in eine Lösslage über, welche von der oberen nur durch eine Lehmschicht von geringer, aber wechselnder Mächtigkeit getrennt bleibt. Dieser Uebergang lässt sich durch alle wünschenswerthen Zwischenstadien beobachten. In grösserer Entfernung von der Rheinebene erscheint zunächst nur eine dünne Lage von Löss oder an ihrer Stelle auch wohl nur einzelne Lösskindel, die der Zersetzung am

längsten Widerstand geleistet haben; weiter gegen die Ebene hin nimmt der Löss auf Kosten des Lehms allmählich an Mächtigkeit zu, und die Lösskindel erscheinen in geschlossenen Lagen.

Eine Aenderung im entgegengesetzten Sinne vollzieht sich, wenn wir uns von dem Ausgangsprofil, welches unten Lehm, darüber Löss zeigte, gegen das Gebirge zu wenden. Nun nimmt die hangende Lehmschicht auf Kosten des Löss zu, bald bleibt nur noch die tiefste, durch Schneckenreichtum und Gehängeschichtung charakterisirte Lage übrig, und schliesslich stehen wir einer geschlossenen, anscheinend einheitlichen Lösslehmmasse — dem „Höhenlehm“ — gegenüber, in der nur das geübte Auge in günstigen Fällen noch an der Färbung und Beschaffenheit des Materials eine Andeutung der ursprünglich complexen Natur erkennt.

So gelangen wir zunächst zu einer Zweigliederung des Löss, die sich in natürlichen und künstlichen Anschnitten oder durch Bohrung überall dort ohne Schwierigkeit durchführen lässt, wo der jüngere Löss noch nicht vollständig verlehmt ist, nach dem früher Gesagten also in den der Rheinebene genäherten Theilen des Oberrheingebiets. Dass nebenbei auch eine grössere Höhenlage die Verschmelzung des älteren mit dem jüngeren Löss zu einer geschlossenen Lehmmasse befördert, braucht kaum besonders betont zu werden.

Es giebt nun weiterhin eine Reihe von Erscheinungen, welche auf das Bestimmteste für eine beträchtliche Unterbrechung der Lössbildung zwischen der älteren und der jüngeren Stufe sprechen. Unter diesen wäre an erster Stelle das gelegentliche Aussetzen des älteren Löss unter dem jüngeren zu erwähnen, welches nur erklärt werden kann durch eine Abtragung, die der ursprünglich allgemein verbreitete ältere Löss vor dem Absatze des jüngeren erfahren hat. Bald liegt jüngerer Löss — dessen specifische Kennzeichen wir gleich kennen lernen werden — unmittelbar auf vordiluvialen Gesteinen, auf Gneiss, auf mesozoischen oder tertiären Sedimenten oder auch auf diluvialen Geröllmassen höheren Alters, bald schieben sich noch mehr oder weniger mächtige Ueberreste des älteren Löss zwischen den jüngeren und seine Unterlage, und in diesem Falle sind oft nur die tieferen, unverlehnten Theile des älteren Löss erhalten geblieben. Ein weiterer Hinweis darauf, dass eine Unterbrechung zwischen beiden Lössbildungen stattgefunden hat, liegt in der Beschaffenheit der tiefsten Lagen des jüngeren Löss gerade an solchen Stellen, wo er den älteren unmittelbar überlagert. Diese Lagen zeichnen sich vor dem normalen Löss ziemlich allgemein durch ihren schichtigen Charakter aus, der auf die Einwirkung fliessenden Wassers schliessen lässt. Gerollte Lösskindel, die dem älteren Löss ent-

stammen, und die erst durch Abtragung der Lehmdecke desselben in den Bereich des fließenden Wassers gelangt sein können, sind nicht selten; ebensowenig Bruchstücke des älteren Lösslehms selbst oder auch solche vordiluvialer Gesteine, die in der Nähe anstehen. Solche Anzeichen erneuter Wassereinwirkung fehlen in der Regel dem älteren Löss ausserhalb der Thäler, während sie an der Basis des jüngeren weit verbreitet sind. Dies hat mich veranlasst, für die derart charakterisirten tieferen Schichten des jüngeren Löss die Bezeichnung Rekurrenzzone in Vorschlag zu bringen, weil sich in den grösseren, auf altdiluvialen Geröllen lagernden Lössprofilen zum ersten Male in allgemeiner Verbreitung eine Wiederkehr der Wirkung des fließenden Wassers zeigt.

Was nun die facielle Ausgestaltung des jüngeren Löss im Besonderen anbetrifft, so zeigt sich, dass derselbe nur an wenigen Stellen, so zuweilen auf den Hochflächen der dem Rheinthale genäherten Vorberge in seiner ganzen Masse aus ungeschichtetem und nicht, oder höchstens durch feinen Flugsand verunreinigtem Materiale besteht und so gut wie fossilfrei ist. Wo er sich ausserhalb der grösseren Thäler auf geneigter Unterlage findet, sind seine tieferen Schichten durchgängig als Recurrenzzone ausgestaltet und fossilreich, seine höheren dagegen rein, ungeschichtet und schneckenarm. Sehr weit verbreitet ist in der Recurrenzzone eine tief gelbe bis bräunliche flammige Zeichnung, die verschieden ist von dem Farbenwechsel, wie er in dieser Zone durch eingeschwemmte Brocken des älteren Lösslehms hervorgebracht wird. Ihr Ursprung ist erst klar geworden durch die Auffindung gänzlich unverwitterten Recurrenzlösses in der Nähe von Freiburg. In den seltenen Fällen, wo die tieferen Lagen des jüngeren Löss in beckenförmigen Vertiefungen eines schwer durchlässigen Materials, wie z. B. des älteren Lösslehms, abgelagert und so vor der Einwirkung des percolirenden Wassers geschützt waren, haben sich ausser den Schneckenschalen mit Epidermis auch Pflanzenreste darin erhalten. Er ist dann dunkelgrau bis schwarz gefärbt und brennt sich weiss durch die reducirende Wirkung der Pflanzenreste, die als eine schwammige, fast torfartige Masse aus ihm ausgeschlämmt werden können. Wo nun aber, wie in der Mehrzahl der Vorkommnisse, das percolirende Wasser Sauerstoff hat zuführen können, sind die Pflanzenreste verwest, und die dabei entstandene Humussäure und Kohlensäure haben eine locale, unvollkommene Verlehmung in der nächsten Umgebung der Pflanzenreste verursacht, die in der flammigen Zeichnung des Löss sichtbar geblieben ist. Neben dem Auftreten von Schnecken besitzen wir also auch hierin ein Mittel, zu bestimmen, welche Theile des Löss sich auf einer Vegetationsdecke abgesetzt haben, und wir

verzeichnen hiernach folgendes Ergebniss: Die tieferen Lagen des Löss bildeten sich auf einer Vegetationsdecke, die wohl nur auf den aus der Rheinebene aufragenden Kalkbergen und auf den Höhen des Kaiserstuhls fehlte. Die höchsten Lagen lassen kaum irgendwo die Gegenwart einer Vegetation oder Fauna erkennen. Das Klima ist also während der Bildungszeit des jüngeren Löss immer niederschlagsärmer und gegen das Ende derselben extrem trocken geworden.

Dieses Ergebniss wird durch die Betrachtung des jüngeren Löss innerhalb der grösseren Flussthäler bestätigt. Wo der Löss in fluviatiler Facies und, damit zusammengehend, in beträchtlicher Mächtigkeit entwickelt ist, zeigt sich in seinen tiefsten Lagen eine reichliche Betheiligung von Sand und Geröllen, oft bis zum fast vollständigen Zurücktreten des Lössmaterials. Nach oben zu nehmen erst die Gerölle, weiterhin auch der Sand ab, und die höchsten Lagen der vollständigsten Profile lassen entweder nur reinen Löss oder eine Mischung von Löss mit sehr feinem Flug-sand erkennen; auch fehlen hier die Wasserschnecken, die sich in den tieferen Lagen stellenweise stark häufen, meist auch wohl Fossilreste überhaupt.

Zur Vervollständigung der Charakteristik des jüngeren Löss möge noch die Mächtigkeit der Verlehmung kurz berührt werden, die er seit der Zeit seiner Ablagerung, also während des Zeitraums vom Beginn der letzten Eiszeit an bis auf den heutigen Tag erfahren hat. Auch in unmittelbarer Nähe der Rheinebene sinkt die Mächtigkeit der Lehmdecke nicht unter 1 m herab, meist bewegt sie sich zwischen 1,20 m und 1,50 m, um in der Nähe der ober-rheinischen Gebirge vielfach die ganze Mächtigkeit des jüngeren Löss, durchschnittlich 3—4 m zu erreichen. Die normale Mächtigkeit des Löss und seiner Zersetzungsdecke lässt sich dort am sichersten feststellen, wo er auf möglichst ebener Unterlage ruht, wo in Folge dessen während seiner Bildung keine Zusammenschwemmung und nach seiner Bildung keine Abtragung der Lehmdecke hat stattfinden können.

Die Unterscheidung von jüngerem und älterem Löss wird nicht nur durch die thatsächlich beobachtbare Ueberlagerung, sondern auch durch gewisse unterscheidende Merkmale ermöglicht. Diese beruhen allerdings nicht auf einer ursprünglichen Verschiedenheit in der Zusammensetzung und Structur, sondern in dem abweichenden Erhaltungszustande beider. Die Lehmdecke des jüngeren Löss ist entkalkter und mehr oder weniger stark zersetzter Löss. Die Carbonate, welche den höchsten Lagen des Löss entführt wurden, haben sich in Folge der Verdunstung in dem porösen Liegenden ganz oder grösstentheils in concretionärer

Form als Lösskindel wieder ausgeschieden. Naturgemäss besteht ein directes Verhältniss zwischen der Menge des fortgeführten und der des wieder ausgeschiedenen Carbonats. Im jüngeren Löss, dessen Lehmdecke im Allgemeinen zwischen 1 und 1,50 m schwankt, ist die Menge der Kalkconcretionen gering und ihre Grösse meist unbedeutend. Durchschnittlich sind die Kindel kartoffel- bis faust-gross, nur selten, bei stalaktitischer Ausgestaltung, werden sie fusslang. Fast überall, wo man den jüngeren Löss mit dem älteren in grösseren Profilen vergleichen kann, ist ein auffälliger Unterschied in der Grösse der Concretionen zu beobachten. Im älteren Löss erreichen sie durchschnittlich Kopfgrösse; oft sind sie aber zu ganzen Bänken von einer Mächtigkeit von 0,5—1 m und darüber zusammengewachsen, so dass man sie zerschlägt und die Lösshohlwege damit beschottert. Ausnahmen von dieser Regel sind höchst selten¹⁾ und beruhen wohl darauf, dass das Kalkcarbonat in tiefere Schichten geführt wurde. Damit geht Hand in Hand ein höherer Durchschnittsgehalt des älteren Löss an fein vertheiltem Carbonat und seine vollgelbe Farbe im Gegensatz zu der mehr gelbgrauen des jüngeren. Die Mächtigkeit der Lehmdecke des älteren Löss steht anscheinend nicht immer in Proportion zu der Massenhaftigkeit und Grösse der Concretionen, was sich aus dem wechselnden Grade nachträglicher Abtragung erklärt. Dagegen weicht sie durch ihre mehr gelb- bis rothbraune Färbung von derjenigen des jüngeren ab. Die terra rossa-artige Färbung sowie die zähere Beschaffenheit des älteren Lösslehms rühren offenbar von der stärkeren Zersetzung her, und auf die gleiche Ursache ist das häufige Vorkommen grösserer Eisen-Mangan-Concretionen, des sog. Eisenschusses, zurückzuführen. Erst in der Nähe der oberrheinischen Gebirge, wo auch der jüngere Löss eine relativ starke Zersetzung erfahren hat, wird dieser Unterschied zwischen den beiden Lösslehmen geringer, so dass der aus ihrer Verschmelzung resultirende Höhenlehm eine praktisch meist untrennbare Masse bildet.

Als eine Erscheinung von geringer praktischer, aber von grosser theoretischer Bedeutung ist die complexe Natur des älteren Löss zu erwähnen. Während der jüngere Löss als eine einheitliche Bildung aufgefasst werden muss, insofern als sein Absatz offenbar durch keine Zersetzungsperiode unterbrochen wurde, eine solche vielmehr nur nachträglich eintrat, lassen sich im älteren mehrere Perioden der Lössbildung unterscheiden, auf deren

¹⁾ Ich kenne unter etwa 40 guten Aufschlüssen im älteren Löss nur zwei, wo der Umfang und die Mächtigkeit der Concretionen nicht die sofortige Erkennung gestatten.

jede eine Periode der Zersetzung folgte. In zahlreichen Profilen des älteren Löss beobachtet man eine mehrfache Wechsellagerung von Löss und Lösslehm. Die einzelnen durch Löss getrennten Lehmlagen sind einander wesentlich gleich und lassen keinerlei Anzeichen dafür erkennen, dass sie der Hauptsache nach auf andere Weise entstanden seien als die normalen Zersetzungsdecken, etwa durch Zusammenschwemmung anderer schon vorhandener Lösslehm Massen. Vielmehr liegt in dem gesetzmässigen Auftreten mächtiger, an Ort und Stelle gewachsener Lösskindel unterhalb jeder Lehmlage der beste Beweis, dass die Lehmzonen authigen¹⁾ sind.

Wir können daher, so lange nicht eine andere bessere Erklärung für die Bildungsweise der Lehmzonen und Lösskindel vorliegt, die Wechsellagerung von Löss und Lösslehm nur in dem Sinne eines entsprechend oft wiederholten Klimawechsels deuten, wobei die Accumulationsperioden der Herrschaft eines trockenen, die Verlehmungsperioden der eines feuchten Klimas entsprechen. Jede einzelne Abtheilung des älteren Löss setzt sich, wie die Gesammtheit des jüngeren Löss, aus einer ursprünglichen Lössmasse und einer später daraus entstandenen Zersetzungsdecke zusammen. Es wiederholen sich nun auch in jeder einzelnen Abtheilung des älteren Löss die Faciesbildungen, wie wir sie im jüngeren kennen gelernt haben: sandige Ausbildung in den grösseren Thälern, basale Recurrenzzonen ausserhalb derselben u. s. w. Nur lässt sich ein Ueberblick über die Verbreitung der einzelnen Ausbildungsweisen viel schwerer gewinnen als im jüngeren Löss, weil die Zahl der Aufschlüsse unverhältnissmässig gering ist.

Die Zahl der Abtheilungen, welche im älteren Löss unterschieden werden können, beträgt mindestens vier, denn so viele Wechsellagerungen von Löss und Lehm sind in ein und demselben Profile über einander sichtbar; ob noch eine fünfte auszuscheiden ist, muss vorläufig unentschieden bleiben. Man trifft aber keineswegs überall, selbst bei vollständigen Aufschlüssen, alle vier Abtheilungen an, sondern wir sehen bald drei, bald zwei, bald nur eine entwickelt. Die Erklärung hierfür liegt auf der Hand, nachdem wir wissen, dass ja auch unter dem jüngeren Löss der ältere nicht selten aussetzt. Die scheinbare Ungesetz-

¹⁾ Es finden sich sowohl an der Basis der Recurrenzzone als auch gelegentlich an der Basis einer Lösslage des älteren Löss zusammengeschwemmte Lehme, die die abweichende Art ihrer Entstehung durch ihre Gehängeschichtung oder durch Beimischung fremden Materials verrathen. Solche spielen aber gerade in den vollständigsten Profilen des badischen Oberlandes, welche für die Gliederung des älteren Löss maassgebend sind, eine ganz unerhebliche Rolle.

mässigkeit ist eben nur die Folge der Abtragungen, die zwischen den einzelnen Phasen der älteren Lössbildung in gleicher Weise stattgefunden haben wie vor oder bei Beginn der jüngeren Lösszeit. Daher trifft man auch eine discordante Lagerung¹⁾ zwischen allen beliebigen Gliedern des älteren Löss gerade so an, wie zwischen dem älteren und jüngeren Löss.

Das Gebiet, in welchem die besprochene Gliederung des älteren Löss beobachtet werden kann, ist sehr beschränkt, weil schon in geringer Entfernung von der Rheinebene die Verlehmung beträchtlich zunimmt und sich dann bald auf den ganzen älteren Löss ausdehnt. In dieser Beziehung ist eben ein merklicher Unterschied vom jüngeren Löss vorhanden, der in nur theilweise verlehmt Form weit über das Gebiet des vollständig verlehnten älteren transgredirt, ein Verhältniss, welches wir ja auch zum Ausgangspunkte unserer Betrachtungen über die Gliederung des Löss wählten. Keineswegs aber beschränkt sich die Viergliederung auf die Thalregionen, sondern sie bekundet ihre Gesetzmässigkeit dadurch, dass sie sowohl in mehr oder weniger fluvialer Facies, als auch in rein äolischer (auf der Höhe der niedrigeren Plateaus) angetroffen wird. Diluviale Sande, welche Einschaltungen von älterem geschichtetem Löss mit ebenfalls geschichteten grösseren Lösskindeln enthalten, sind auf der Westseite der Rheinebene mehrfach vorhanden.

Wenn wir den Grad der Zersetzung des Löss als directen Maassstab für den Zeitraum nehmen, der dazu nöthig war, so muss jede der vier Perioden feuchten Klimas, welche jeweils der Bildung eines der Glieder des älteren Löss gefolgt ist, für länger erachtet werden, als der Zeitraum, während dessen die Lehmdecke des jüngeren Löss gebildet wurde, der die letzte Eiszeit und die Postglacialzeit umfasst. Und selbst wenn wir annehmen, dass in den Zwischenzeiten der älteren Lössbildung in Folge reichlicher Vegetation die Zersetzung intensiver gewirkt habe, als in der Postglacialzeit, so berechnet sich doch der Zeitraum, der die Bildung und Zersetzung des älteren Löss begreift, auf etwa das vierfache der letzten Eiszeit und Postglacialzeit zusammen.

¹⁾ Von Discordanz zwischen zwei Lössablagerungen darf man in dem Sinne reden, dass ein Theil der älteren z. B. deren Lehmdecke erodirt wurde, bevor die jüngere sich ablagerte. Man sieht in diesen nicht seltenen Fällen das jüngere Glied an einer Stelle auf einer relativ mächtigen, an einer anderen auf einer nur wenig mächtigen Lehmschicht, an einer dritten unmittelbar auf dem unverlehnten oder mit Lösskindel durchsetzten Löss des älteren Gliedes auflagern. Es giebt Profile, in denen man alle drei Fälle neben einander und in continirlichem Uebergange beobachten kann

Die mittleren und älteren Moränen und Schotter.

Im Gegensatze zu den jüngeren diluvialen Moränen und Schottern bezeichnen wir als ältere (bezw. als ältere und mittlere) diejenigen, welche von Löss oder Lösslehm bedeckt werden, also älter sind als der jüngere Löss. Sie entsprechen in ihrer Gesamtheit den äusseren Moränen und der Hochterrasse in der Gliederung des Alpenvorlandes; sie sind aber ebenso wie der Löss weit davon entfernt, eine einheitliche Bildung zu repräsentieren. Davon überzeugen wir uns leicht, wenn wir die zwei am leichtesten kenntlichen Glieder in's Auge fassen.

a Mittelterrasse. Der jüngere Löss lagert, wie wir gesehen haben, vielfach ohne anderweitige Einschaltung auf älterem Löss, hier und dort auch auf alt- oder mitteldiluvialen Geröllen; meist zeichnet sich seine Oberfläche durch wellige Beschaffenheit, seine Lehmdecke durch rasch wechselnde Mächtigkeit aus. Es giebt aber auch weite Flächen von jüngerem Löss, die fast vollständig eben und nur in der allgemeinen Abflussrichtung schwach geneigt sind. Sie werden nur von lebenden Thälern durchschnitten, und ihre Lehmdecke ist dann nur auf grössere Strecken einem Wechsel der Mächtigkeit unterworfen. Schon aus diesen Merkmalen lässt sich schliessen, dass in solchen Gebieten der Löss eine ebene Unterlage besitzt. In der That wird er in diesen Fällen unmittelbar von Schottern unterlagert, und niemals schiebt sich der ältere Löss zwischen beide ein. Daraus geht hervor, dass zwischen die Ablagerung des jüngeren und älteren Löss eine Schotterbildung fällt, die weder älter noch jünger als der Löss überhaupt ist, mithin eine Bildung, die nicht mehr in dem Schema der alpinen Dreigliederung unterzubringen ist, da sie älter als die Niederterrasse, aber jünger als die Hochterrasse ist. Ich habe sie daher als Mittelterrasse bezeichnet. Als ihre Unterlage ist der ältere Löss ermittelt worden, und dort, wo sie sich seitlich gegen die Thälerränder zu auskeilt, verlieren sich ihre Gerölle in der Recurrenzzone des jüngeren Löss. Damit lernen wir auch die Besonderheiten der Recurrenzzone verstehen. Ihre Bildung fällt z. Th. in eine Zeit, während welcher in den grösseren Thälern eine fluvioglaciale Aufschüttung vom Charakter der Niederterrasse, aber, soweit sich jetzt ersehen lässt, von grösserer Ausdehnung als diese, erfolgte. Es fällt also zwischen die Entstehung des jüngsten Gliedes des älteren Löss und die des jüngeren Löss eine glaciale Periode, deren Einfluss auf die lössartigen Gebilde wir nur folgendermaassen deuten können. In der niederschlagsreichen Periode, welche ein Vorrücken der Inlandeisdecke der oberrheinischen Gebirge verursachte, be-

wirkte in den vom älteren Löss bedeckten Gebieten eine reichliche Vegetation die Verlehmung seiner obersten Lage. Während des vielleicht eingetretenen Stillstandes des Eises und bei dessen Rückzuge wurden in den grösseren Thälern die Mittelterrassenschotter aufgefüllt. Ausserhalb der grossen Thäler aber fand unter allmählichem Zurücktretten der Vegetation eine allgemeine Abtragung der vorhandenen (älteren) Löss- und Lehmmassen und unter gleichzeitigem Einsetzen einer neuen (der jüngeren) Lössbildung eine Zusammenschwemmung der erodirten Massen mit dem staubartig niederfallenden Löss in der Form der Recurrenz-Bildungen statt. In dem Maasse als das Klima trockener wurde, traten die fluviatilen und dejectiven Wirkungen immer mehr zurück und schliesslich wurde ziemlich überall, selbst im Bereiche der grösseren Flussthäler nur noch äolisches Material abgelagert. Daher liegt der reine Löss als jüngste Bildung der letzten Interglacialzeit gleichmässig über den Schottern der Mittelterrasse wie über der Recurrenzzone.

Der geschilderte Gang der Ereignisse spiegelt sich deutlich in der Verbreitung der Thier- und Pflanzenreste wieder. In grösster Häufigkeit sind die Reste von Landsäugethieren, von Mollusken, auch die Spuren des paläolithischen Menschen in der Recurrenzzone und ihren fluviatilen Aequivalenten, dem jüngeren Sandlöss oder den stellvertretenden Sanden, vorhanden; nach oben zu nehmen sie mehr und mehr ab, um in den höchsten Lagen des jüngeren Löss so gut wie ganz auszusetzen. Dass auch die pflanzlichen Reste eine entsprechende Verbreitung besitzen, wurde schon oben (pag. 94) ausgeführt.

b. Alte Moränen. Nächst der Mittelterrasse haben wir als wichtigsten Geröllhorizont die fast immer ungeschichteten, sehr häufig blockartigen Anhäufungen von Gesteinen des Oberrheingebiets in's Auge zu fassen, welche überall im Liegenden des gesammten Löss und Lösslehms, also auf vorquartärer Unterlage auftreten. Wir hätten sie im Schema der alpinen Gliederung als „äussere Moräne“ resp. „Hochterrassenschotter“, in der norddeutschen Gliederung als untere Grundmoräne zu bezeichnen. Denn sie besitzen weitaus die grösste, ursprünglich wohl eine universelle Verbreitung im Oberrheingebiet. Sie liegen vorwiegend ausserhalb der grösseren Flussthäler und meiden fast durchgängig das Gebirge, überziehen dagegen deckenförmig die Vorberge bis an den Rand der jungdiluvialen Rheinebene. Ihr Auftreten verdient nicht selten die Bezeichnung erratic. insofern sie auf Hochflächen vorkommen, die durch erheblich tiefe und jedenfalls wohl alte Thäler von dem Gebirge, dem Ursprungsgebiete der Geröllmassen, getrennt werden. Ihre Structur ist zumeist grund-

seltener endmoränenartig; sie bestehen vielfach aus festgepackten, kantengerundeten Blöcken von bedeutender Grösse (bis zu 2 m Durchmesser). Schichtung ist auch bei geringer Grösse der Gerölle nur selten wahrnehmbar. Wie sehr diese Ablagerungen den Moränen, speciell den Grundmoränen anderer Gebiete auch gleichen, so fehlt ihnen doch ein Merkmal, welches oft als nothwendiges Characteristicum dafür betrachtet wird, die Schrammung und Kritzung der Geschiebe. Wer nur die Beschaffenheit der nordischen oder alpinen Moränen mit ihrer Mannichfaltigkeit der Gesteinsarten und der Grossartigkeit der Entwicklung bei der Beurtheilung dieses Umstandes im Auge hat, wird darin ein schwerwiegendes Bedenken gegen die Moränennatur erblicken; wer aber in den jungen Glacialgebieten der oberrheinischen Gebirge oder des amerikanischen Westens gesehen hat, dass dieses Merkmal auch den ganz zweifellosen Moränen abgeht, wenn die geeigneten Gesteinsarten nicht vorhanden sind, aber sofort einsetzt, wenn sie erscheinen, der wird dem Fehlen dieses Merkmals in dem Oberrheingebiete nur sehr geringen oder gar keinen Werth beimessen. Denn die fraglichen Geröllablagerungen setzen sich zumeist aus gröbereren krystallinen Gesteinen und aus Buntsandstein zusammen, dagegen fehlen dichte Kalke, welche ja sonst am schönsten die Schrammungs-Erscheinungen zu zeigen pflegen, ganz. Dazu kommt noch, dass der durchgängig sehr weit vorgeschrittene Zersetzungszustand aller Silicatgesteine — der beiläufig zur Folge hat, dass das Material technisch nur als Sand oder Thon Verwendung finden kann —, der Erhaltung feiner Sculpturen sehr ungünstig entgegen wirkt. Dagegen verdient eine andere Gruppe von Erscheinungen bei der Deutung der fraglichen Geröllablagerungen ernstlich in Betracht gezogen zu werden, nämlich die Stauchungs-Erscheinungen, welche sich vielfach im Liegenden der Geschiebemassen und, wo diese abgetragen sind, frei an der Oberfläche der älteren Gesteine finden. In den Umbiegungen, Stauchungen, Quetschungen, Faltungen und in den Einpressungen fremden Materials wiederholen sich im Kleinen die Druck-Erscheinungen, wie wir sie aus dem Glacialgebiete des Alpenvorlandes, besonders grossartig aber aus dem norddeutschen Tieflande kennen. Mir persönlich gelten sie als mindestens ebenso untrügliche Beweise für die glaciale Thätigkeit wie die geschrammten Geschiebe.¹⁾ Da nun die Verbreitung der altdiluvialen Geröllmassen von moränenartigem Charakter nothwendig auf eine vollständige Vereisung des Oberrheingebiets,

¹⁾ Wer auf die Schrammung entscheidendes Gewicht legt, darf sein Urtheil durch die Wiederauffindung dieser Erscheinung am Ries durch KOKEN (Ber. oberh. geol. Ver., 1889, p. 31—36) nicht unbeeinflusst lassen.

nicht nur der Gebirge, sondern auch der Vorberge bis zum Rheinthal hinab hinweist, eine solche Annahme aber nicht mit den landläufigen, freilich auch nicht immer auf eingehenderes Studium beruhenden Vorstellungen in Einklang zu bringen ist, so begegnet naturgemäss die im Oberrheingebiet gewonnene Deutung vielfachem Zweifel. Und doch meine ich, dass wenigstens für denjenigen, welcher die Glacial-Erscheinungen auf allgemeine klimatische Ursachen zurückführt, eine einfache Ueberlegung hinreichen sollte, um die Wahrscheinlichkeit unserer Annahme nicht a priori zu leugnen. Wir hatten gesehen, dass die Höhenlage der Schneegrenze zur letzten Eiszeit in Uebereinstimmung mit den alpinen Verhältnissen um mindestens 1200 m niedriger lag als heute. Nehmen wir nun das Verhältniss der Vereisungsintensität zur sog. grossen Eiszeit zu derjenigen der letzten im alpinen wie im nordischen Gebiete nur wie 3 : 2 an, so muss die Lage der Schneegrenze zur grossen Eiszeit 600 m unter die der letzten Eiszeit in Mittel-Europa hinabgereicht haben, also muss sie in 200 m Meereshöhe gelegen haben. Setzen wir das Verhältniss wie 2 : 1, was ich eher für richtiger halte¹⁾, so kommt die Schneegrenze 400 m tief unter den Meeresspiegel zu liegen; man darf sie also noch 500 m hinaufrücken, ohne dass das ganze Oberrheingebiet aus dem Bereiche einer allgemeinen Vereisung fällt. Die Bildungen aus der Zeit der grössten Ausdehnung des Inlandeises bezeichnen wir als „alte oder grosse Moränen“, sie sind fast ausschliesslich ungeschichtet und bestehen aus grobem Blockmaterial. Daneben fehlen aber auch geschichtete und dann auch meist weniger grobe Ablagerungen nicht, auf die der Name Hochterrasse anwendbar ist, aber nur als ein Sammelname zur Bezeichnung aller Schotter, die älter als die Mittelterrasse sind. In den benachbarten Glacialgebieten der Nord-Schweiz, welche in neuerer Zeit durch GUTZWILLER und MÜHLBERG eine detaillirtere Bearbeitung erfahren haben, hat sich in übereinstimmender Weise herausgestellt, dass mit der Ausscheidung einer einzigen älteren Diluvialstufe neben einer ältesten pliocänen den vorhandenen Verschiedenheiten nicht Rechnung getragen werden kann. Eine von der Hochterrasse abgeschiedene Stufe haben wir bereits in der Mittelterrasse kennen gelernt. Es ist aber auch im höchsten Grade zweifelhaft, dass die vom älteren Löss bedeckten Schotter-

¹⁾ Man vergegenwärtige sich die Mächtigkeit und Ausdehnung eines Inlandeises, welches hoch bis auf den Harz und das Riesengebirge hinaufreichte einerseits und desjenigen, welches auf dem pommerischen Höhenrücken endete andererseits, ferner desjenigen, welches den mittelschweizer Jura überschritt im Vergleich zu demjenigen, welches bei Solothurn am Fusse des Juragebirges endete.

ablagerungen des Oberrheingebiets einer und derselben Periode angehören. Dagegen dürfte die Thatsache sprechen, dass Schottereinschaltungen, denen der Mittelterrasse ähnlich, auch im älteren Lösslehm auftreten, die dadurch, dass man sie einfach für locale Bildungen erklärt, nicht verständlicher werden. Ferner sieht man altdiluviale Schotter bald von einer, bald von zwei oder auch von drei Abtheilungen des älteren Löss überlagert. Das kann man zwar auch dahin deuten, dass die Schotter überall der Abschmelzperiode der grössten Eiszeit angehörten und dass an verschiedenen Stellen durch Abtragung ein oder mehrere Glieder des älteren Löss entfernt worden seien. Andererseits aber muss nicht nur die Möglichkeit, sondern sogar die Wahrscheinlichkeit der anderen Auffassung zugegeben werden, nach der die Grenzen zwischen je zwei Gliedern des älteren Löss, gerade so wie die Grenze zwischen diesem und dem jüngeren, glacialen Recurrenzen von allgemeiner Ausdehnung entsprechen. Hier bietet sich der zukünftigen Forschung noch ein weites, wenn auch wegen der Seltenheit entscheidender Aufschlüsse sehr schwieriges Gebiet.

Nur der Vollständigkeit wegen möge erwähnt werden, dass im Oberrheingebiet ungeschichtete grobe Blockmassen, meist aus Buntsandstein-Material bestehend, daneben geröllführende Sande und feuerfeste Thone verbreitet sind, die sich sämmtlich durch den höchsten erreichbaren Grad der Zersetzung auszeichnen. Diese Bildungen sind an vielen Stellen zweifellos älter als die grossen Moränen, und sie werden theils aus diesem Grunde, theils wegen ihrer Flora als Pliocän angesehen und mit den Deckenschottern des alpinen Gebiets in Parallele gestellt. Sie lassen sich z. Th. bestimmt als Producte einer ältesten Glacialperiode, zum anderen wohl als interglaciale Bildungen von der grossen Eiszeit deuten.

Vergleich.

Bei dem Versuche, die oberrheinischen Diluvialbildungen mit denen anderer Gebiete zu vergleichen, treten gewisse Uebereinstimmungen sofort klar hervor. Das gilt zunächst von den Hauptendmoränen, in denen man mit aller Sicherheit das Aequivalent der „inneren Moränen“ des Alpenvorlandes, des grossen holsteinisch-pommerschen Endmoränenzuges, dessen Fortsetzung meiner Ansicht nach in Polen und in den Waldai-Höhen zu suchen ist, der Endmoränen der grossen Thalglotcher der britischen Inseln und des grossen Endmoränenzuges Nord-Amerikas erblicken darf. Sehen wir von der unzutreffenden Gleichstellung der postglacialen Endmoränen der Alpenthäler mit dieser Stufe, wie sie GEIKIE auf PENCK's Veranlassung vorgenommen hat, ab, ebenso von der höchst unwahrscheinlichen Identität der pommerschen Endmoränen

mit den finnischen, worauf schon KEILHACK hingewiesen hat, so erscheint die ΓΕΙΚΙΕ'sche Bezeichnung Mecklenburgische Stufe für die Bildungen dieser Periode als zutreffend. Es ist die letzte Eiszeit im Rahmen der bekannten Dreigliederung. Während man nun in den grossen Vereisungsgebieten diese Stufe meist scharf von den älteren Bildungen unterschieden hat, ist in den Mittelgebirgen und besonders in den südeuropäischen Gebirgen, im Kaukasus und Ural, sowie im amerikanischen Westen eine solche Trennung noch nicht durchgeführt; fast alle aus diesen Gegenden beschriebenen Glacialerscheinungen beziehen sich auf die letzte Eiszeit. Dies kann man aus den Beschreibungen deutlich herauslesen, und vielfach habe ich mich auch durch Autopsie davon überzeugt.

Ein ebenfalls überall leicht wieder zu erkennendes Glied liegt im jüngeren Löss vor. Mit denselben Merkmalen wie im Rheinthale erscheint er in Nord-Frankreich und Belgien, in Nord-Deutschland als Bördelöss, desgleichen im östlichen Europa, besonders in Süd-Russland, Mähren etc. Was gewöhnlich als Löss schlechthin d. h. als eine carbonat- und schneckenreiche, feinerdige, ungeschichtete oder nur in den tiefen Theilen geschichtete Bildung beschrieben wird, gehört dieser Stufe an. Wo ich in Nord-Amerika, Nord-Deutschland, Russland und an vielen Punkten Mitteleuropas Löss gesehen habe, lag fast immer die jüngere Stufe vor, während die ältere zumeist wohl im Höhenlehm mit eingeschlossen ist. Eine passende Stufen-Bezeichnung für den jüngeren Löss fehlt noch; denn es geht nicht gut an, ein Vorkommniss, wie das von Neudeck, dessen Stellung noch so bestritten ist, als namengebend für ein so gut gekennzeichnetes Gebilde wie den jüngeren Löss zu verwenden. Ich möchte statt dessen lieber von einer Alemannischen Stufe reden, weil im oberen Rheinthale das klassische Gebiet für das Studium des Löss liegt.

Wo der jüngere Löss ohne Zwischenglied auf einer Schotter- oder Glacialablagerung liegt und mit dieser dann auch meist durch Uebergänge verknüpft ist, hebt sich die Stufe der oberrheinischen Mittelterrasse gut heraus. Das wäre die Polnische Stufe ΓΕΙΚΙΕ's, welche in der Gestalt der oberen Grundmoräne im S. der Hauptendmoräne den Bördelöss (meist als Steinsohle) unterlagert. Auch in Russland und Belgien begegnen wir dem gleichen Verhältniss. Besonders gut stimmt nach CHAMBERLIN die Jowan formation Nord-Amerikas mit dieser Stufe, und ich kann mich dieser Auffassung durchaus anschliessen.

Alle älteren Absätze bis zur Grundmoräne der grössten Eisausdehnung würden in die Stufe fallen, welche ΓΕΙΚΙΕ mit dem schon vergebenen Namen der Helvetischen belegt hat und die

man statt dessen passender Breisgauer Stufe nennen könnte. Genaue Parallelen zu unseren vier Stufen des älteren Löss und zu den vielleicht zwischen ihnen eingeschalteten Geröllmassen aufzusuchen, ist z. Z. noch uthunlich. Älterer Löss dürfte sich in nicht verlehmt Form wohl nur dort finden, wo ähnliche klimatische Verhältnisse herrschen, bezw. während der Diluvialzeit geherrscht haben, wie in den tieferen Lagen des Oberrheingebiets, und wo

Stufennamen nach GEIKIE.	Bezeichnungen nach CHAMBERLIN.	Oberrheingebiet.	Nord-Deutschland.	
Obere Torfstufe. Obere Waldstufe. Untere Torfstufe. Untere Waldstufe.		Endmoränen in den höheren Theilen der oberrheinischen Gebirge.	(Endmoränen in Skandinavien u. Finnland.)	Diluviale Bildungen. Jüngere.
Mecklenburgische Stufe.	Wisconsin formation.	Hauptendmoränen und Niederterrasse.	Baltischer Endmoränenzug u. Thalsand.	
Neudecker (!Alemannische) Stufe.	Toronto formation.	Jüngerer Löss. (Höhenlehm z. Th.) (Recurrenzzone z. Th.)	Bördelöss. (Höhenlehm z. Th.)	Mittlere.
Polnische Stufe.	Jowan formation.	Mittelterrasse. (Recurrenzzone z. Th.)	Oberer Geschiebemergel i. S. der Hauptendmoräne (Steinsohle).	
Helvetische (!Breisgauer) Stufe.	Aftonian formation.	Älterer Löss, (Höhenlehm z. Th.) in 4 Stufen zerfallend, mit ? eingeschalteten fluvioglacialen Schottern.	Höhenlehm z. Th. Ältere Inter-glacialbildungen.	Ältere.
Sächsische Stufe.	Kansan formation.	Alte Moränen.	Unterer Geschiebemergel.	
Norfolk-Stufe.		Pliocäne Blockmassen.	Älteste Inter-glacialbildungen.	Pliocän.
Schonische Stufe.		Sande und Thone.	Geschiebemergel der I. Eiszeit.	

er auch durch die jüngere Eisbedeckung zur Zeit der Polnischen und Mecklenburgischen Stufe nicht fortgenommen ist. Ich kenne einen älteren Löss in ähnlicher Ausbildung wie bei uns bisher nur aus Argentinien, wo ja auch AMEGHINO und S. ROTH eine sehr complicirte Lössgliederung aufgestellt haben. Er ist aber zweifellos auch in anderen Gegenden Europas vorhanden, wenn auch noch nicht als solcher ausgeschieden.

Für die sog. alten oder grossen Moränen des Oberrheingebiets, welche aus der Zeit der grössten Eisausdehnung stammen, ergibt sich naturgemäss als Parallele die Sächsische Stufe GEIKIE's, welche den Unteren Geschiebemergel in Nord-Deutschland etc., die „äusseren Moränen“ des Alpenvorlandes, den lower boulder clay der britischen Inseln u. s. w. umfasst. Doch möge nicht vergessen werden, dass für verschiedene Gebiete, wie für die Nord-Schweiz, für Nord-Deutschland u. a. schon jetzt die complexe Natur dieser Stufe feststeht und dass gewisse Theile derselben daher wahrscheinlich schon den fluvioglacialen Einschaltungen unseres älteren Löss entsprechen.

Um die von mir vertretenen Auffassungen übersichtlich zum Ausdruck zu bringen, gebe ich die vorstehende Tabelle für das Pleistocän in Deutschland. Die Stufenamen für die glacialen Bildungen sind darin durch Sperrdruck hervorgehoben.