

Die quartären Sandablagerungen der Umgegend von Darmstadt und ihre Bodenprofile.

Von W. SCHOTTLER.

a) Ansichten über die Entstehung der Darmstädter Sandarten und Beschreibung der in ihnen vorkommenden Bodenprofile.

Bei Darmstadt spielt der Sand bekanntlich eine bedeutende Rolle. Er bedeckt den größten Teil des auf Bl. Darmstadt 1:25 000 dargestellten Gebietes, das gegenwärtig für die 2. Auflage geologisch-bodenkundlich neu aufgenommen wird.

Der breite, mindestens $\frac{3}{5}$ des Blattes einnehmende¹⁾ Streifen zwischen dem der Rheinebene zugewandten Rand des kristallinen Odenwaldes im Osten und dem Überschwemmungsgebiet des alten (Bergstraßen-) Neckars im Westen besteht nicht bloß an der Oberfläche, sondern auch bis in bedeutende Tiefen wesentlich aus Sand.

In der Neckarniederung, wie auch am Modaulauf ist der Sand dagegen von der Oberfläche größtenteils durch die Auswaschung entfernt und durch jüngere tonige und lehmige Ablagerungen ersetzt, z. T. auch mit ihnen vermengt.

Aber auch der Odenwaldrand ist bei Darmstadt größtenteils von Sand bedeckt, der nicht bloß in die alten Täler eingedrungen ist, sondern sich auch hoch an den Bergen hinaufzieht.

Das Liegende des Sandes bilden hier die meist tiefgründig verwitterten kristallinen Gesteine, ferner die Sandsteine des Rotliegenden und in der Nähe der Hauptverwerfung gegen die Rheinebene auch pliozäner Ton, wie z. B. am Residenzschloß und am Karlshof. In der Ebene dagegen kennt man sein Liegendes überhaupt nicht. Auch die tiefen, in der letzten Zeit niedergebrachten Bohrungen beim Elektrizitätswerk der Hessischen Eisenbahnaktiengesellschaft am Hauptbahnhof und beim städtischen Wasserwerk am Griesheimer Eichwäldchen haben es nicht erreicht.

Aus dem Vorkommen von Geröllen und dem Auftreten von Dünen ergibt sich, daß zwei verschiedene Ursachen für die Bildung der Sandablagerungen in Frage kommen, Wind und fließendes Wasser.

¹⁾ C. CHELIUS, Erl. zu Blatt Darmstadt der geol. Karte 1:25 000 des Großherzogtums Hessen, Darmstadt 1891, S. 1.

Die Dünen sind vor dem Gebirgsrand zwischen Darmstadt und Eberstadt, sowie in der Gemarkung Eberstadt selbst so schön ausgebildet, daß sie schon auf dem älteren Bl. Darmstadt 1:50 000²⁾ als solche bezeichnet und vom übrigen Sand abgetrennt worden sind.

Auf dem neueren Bl. Darmstadt³⁾ hat CHELIUS fast allen Sand als Flugsand bzw. als lößähnlichen Flugsand bezeichnet. Sandige Ablagerungen aus fließendem Wasser gibt er dagegen nur in geringer Ausdehnung als Rhein- und Neckarschotter, sowie unter der Bezeichnung „Gerölle des Untergrundes“ an.

Auch ich selbst habe in einer früheren Arbeit⁴⁾ nur von Flugsand ohne jede Einschränkung gesprochen.

Es ist in der Tat nicht leicht, manchmal sogar unmöglich, die beiden Sandarten verschiedenen Ursprunges auseinanderzuhalten.

Der Flugsand ist, auch wenn er weder zu Dünen aufgehäuft ist, noch die gewöhnlichen flachwelligen Oberflächenformen zeigt, sondern als mehr oder minder dicker Mantel die Hänge des Gebirges überzieht, leicht festzustellen, selbst wenn ihm herabgerollte Gesteinsbrocken beigemischt sind. Auch geben sich Geschiebe führende Sande in tieferer Lage ohne weiteres als Fluß- oder Bachsande zu erkennen.

Fehlen aber die Geschiebe und liefern die Oberflächenformen keine Anhaltspunkte, so ist die Unterscheidung oft kaum möglich, selbst wenn gute Aufschlüsse geschaffen sind. Denn die Kreuzschichtung des Flugsandes ist von der des Flußsandes m. E. nicht zu unterscheiden. Dem gleichmäßig feinen Sand allein aber kann man weder die abgelagernde Kraft, noch auch ohne weiteres die Herkunft ansehen.

Deshalb läuft man Gefahr, manche Sande, in denen die Gerölle wegen ihrer Kleinheit und geringen Zahl leicht übersehen werden, für Flugsand zu halten, so z. B. die im Elfengrund, einer Straße der Villenkolonie zwischen Darmstadt und Eberstadt, schlecht aufgeschlossenen Sande oder die im Dünengebiet bei der Station Eberstadt an der Strecke nach Pfungstadt auftretenden, die nur eine Hülle von Flugsand tragen.

Die eben erwähnten Sande sind nach Art und Ursprung dieselben, wie jene, aus denen G. GREIM⁵⁾ eine Conchylienfauna beschrieben hat.

Die von ihm ausgebeutete Stelle lag „in einer Grube . . ., die zur Gewinnung von Granitgrus S von Darmstadt an der Eberstädter Chaussee angelegt wurde“. Es handelt sich also zweifellos um eine der Gruben, die nördlich vom Walde auf der Ostseite der Landstraße betrieben werden. Die von GREIM angegebene Lagerung ist dort heute noch zu beobachten, wenn auch

²⁾ R. LUDWIG, Sekt. Darmstadt der geol. Spezialkarte des Großherzogtums Hessen. Darmstadt 1864, Erl. S. 244.

³⁾ C. CHELIUS, Blatt Darmstadt der geol. Karte des Großherzogtums Hessen 1:25 000. Darmstadt 1891.

⁴⁾ W. SCHOTTLER, Der Einfluß des Bodenprofils im Flugsand der Umgegend von Darmstadt auf das Gedeihen der Waldbäume. Notizbl. f. d. Jahr 1913, 4. F. 34. H. Darmstadt 1913, S. 51—71. Diese Untersuchungen sind durch den Krieg und die darauf folgende Franzosennot empfindlich gestört worden. Das ganze Gebiet ist aber heute immer noch nicht zugänglich. Auf unserem großen, von den Franzosen besetzten Truppenübungsplatz und in seiner Umgebung wird wohl in absehbarer Zeit kein deutscher Geologe arbeiten können.

⁵⁾ G. GREIM, Über den Diluvialsand von Darmstadt. Neues Jahrb. für Mineralogie usw. 1885. Bd. 1, S. 142—150.

die von ihm ausgebeutete Stelle, die jedenfalls dicht vor dem Walde lag, längst verschüttet ist. Unmittelbar auf dem tiefgründig verwitterten Hornblendegranit ruht eine dünne Schicht von kaum abgerolltem Odenwaldschotter. Darüber liegt der gelegentlich Schnecken und Muscheln führende feine graue Sand mit größeren rötlichen Schmitzen und Bändern, die vorwiegend aus zusammengeschwemmten Granitbestandteilen (Quarzkörnern, Feldspatstückchen, hellem und dunklem Glimmer) bestehen.

GREIM hat⁶⁾ die Eigentümlichkeiten dieses Flußsandcs gegenüber dem übrigens nur selten Schnecken, aber nie Muscheln führenden Flugsand scharf hervorgehoben, worauf ich weiter unten noch zurückkommen werde.

Dieser Flußsand geht aber nicht in das Gebirge hinein, selbst nicht auf den niedrigen Teil desselben, auf dem die höheren Viertel von Darmstadt liegen; er hält sich vielmehr stets am Rande.

Auf dem Gebirge liegt ausschließlich Flugsand.

Am Gebirgsrand ist natürlich die Abgrenzung dieses Flußsandcs gegen den Flugsand oft ziemlich willkürlich. Denn hier verschwimmen die Begriffe, weil der Flugsand auch durch Wasser umgelagert sein kann, und ein großer Teil des Flußsandcs sicher so entstanden ist. Die Beobachtung wird außerdem dadurch erschwert, daß auch noch jüngerer Flugsand gegen den Gebirgsrand getrieben worden ist und die älteren Sandablagerungen z. T. verhüllt.

Ganz unmöglich aber wird die Unterscheidung beider Sandarten, wenn bei fehlender oder nicht beobachtbarer Geschiebeführung des Flußsandcs nur seine verlehnte Oberfläche zugänglich ist. Denn der ältere Flugsand zeigt genau die gleichen Verlehmungserscheinungen wie der in Rede stehende Flußsand.

Dadurch daß früher bei den Aufnahmen die Salzsäureflasche noch nicht so ausgiebig benutzt wurde wie heute, hat CHELIUS die Verlehmungserscheinungen der diluvialen Sande nicht richtig gesehen und gedeutet, obwohl sie ihm von seinen Lößuntersuchungen her wohlbekannt waren. Er hielt vielmehr das, was man heute als verlehnten Sand ansieht, für Flugsand.

Aus dieser Auffassung erklärt sich auch die von ihm gewählte Darstellung der diluvialen Sande des Blattes Darmstadt. Denn er nahm eine Überwehung aller diluvialen Sande und Schotter des Blattgebietes mit Flugsand an, der nicht bloß zu Dünen aufgehäuft sei, sondern auch flach ausgebreitet, alle Unebenheiten ausgleichend, aufträte.⁷⁾

Was CHELIUS⁸⁾ und nach ihm auch KLEMM⁹⁾ z. T. als Verlehmungszonen bezeichnen, das sind jene unregelmäßig gewellten, meist dünnen Bänder von Eisenhydroxyd oder die dickeren von eisenschüssigem, stark lehmigem Sand, die aber, wie ich bereits früher hervorgehoben habe¹⁰⁾, stets nur im oberen verlehnten und entkalkten Abschnitt des Sandprofils, nie aber im unveränderten Sand auftreten.

⁶⁾ a. a. O. S. 143, 148.

⁷⁾ Erl. zu Bl. Darmstadt 1:25 000, S. 36,37.

⁸⁾ Erl. zu Bl. Mörfelden, Darmstadt 1891, S. 14. Erl. zu Bl. Messel, 1. Aufl., Darmstadt 1886, S. 56. Erl. zu Bl. Roßdorf, 1. Aufl., Darmstadt 1886, S. 87.

⁹⁾ Erl. zu Bl. Zwingenberg—Bensheim, Darmstadt 1896, S. 70. Erl. zu Bl. Messel, 2. Aufl., Darmstadt 1910, S. 42. Erl. zu Bl. Roßdorf, 2. Aufl., Darmstadt 1912, S. 95.

¹⁰⁾ W. SCHOTTLER, Der Einfluß des Bodenprofils im Flugsand der Umgegend von Darmstadt auf das Gedeihen der Waldbäume. Dieses Notizblatt für das Jahr 1913, 4. Folge, 34. Heft (1913)).

Nur KLEMM spricht in den Erläuterungen zur 2. Aufl. des Blattes Roßdorf¹¹⁾ von der Verlehmung des „reichlich viel Feldspat und kohlen-sauren Kalk enthaltenden Flugsandes“ mit folgenden Worten: „Durch die Einwirkungen der Atmosphären wird aus der Oberfläche des Sandes der Kalk ausgelaugt und in den Untergrund entführt, der Feldspat aber, sowie Glimmer usw. werden zersetzt.“

Auch ich habe, jedenfalls unter dem Einfluß des persönlichen Gedankenaustauschs mit KLEMM, den Verlehmungsvorgang früher schon eingehend geschildert¹²⁾ und habe die Eisenhydratbänder wie folgt zu erklären versucht: „Manchmal trifft man auch infolge erneuter Überwehung der alten Oberfläche und Wiederholung des oben beschriebenen Vorganges (der Verlehmung) mehrere solcher Verlehmungszonen übereinander.“

Den Brandletten¹³⁾, d. h. jenes eisenschüssige tonige Band, das manchmal die Sohle des verlehnten Anteils im Sandprofil bildet, lernte ich erst später durch Landwirte und Forstleute kennen. Er hat die meiste Ähnlichkeit mit einer alten Oberfläche und ist deshalb auch früher stets dafür gehalten worden¹⁴⁾, stellt aber nur eine lehmige Anreicherung der erwähnten Eisenhydratabscheidungen an der tiefstmöglichen Stelle, der Grenze gegen den unveränderten kalkreichen Sand, dar.

In der schon erwähnten Arbeit¹⁵⁾ habe ich die Verlehmung des kalkreichen Sandes ausführlich beschrieben. Sie geht Hand in Hand mit dem Verschwinden des Kalkgehaltes, der entweder durch das Regenwasser ausgelaugt oder von den Pflanzen verbraucht worden ist. Der ausgelaugte Kalk ist offenbar nur z. T. in den tieferen Schichten als sogen. Beimbruch wieder abgeschieden worden. Denn dieser leicht zerfallende Kalktuff hat sich nur hier und da auf Wurzelhöhlräumen und Klüften gebildet; niemals aber findet man konkretionäre oder gar bankige Kalkanreicherungen im Untergrund. Der Kalkgehalt ist vielmehr stets ganz gleichmäßig verteilt. Wahrscheinlich ist also der Kalk durch das Sickerwasser zum Grundwasser abgeführt worden. Der unregelmäßige Verlauf der Grenze zwischen dem entkalkten Oberboden (A-Schicht) und dem noch kalkhaltigen Untergrund (C-Schicht) zeigt aber auch deutlich, daß sie nicht etwa wie beim Rheinweiß durch den alten Stand des Grundwassers bedingt ist, wovon im Gebirge natürlich überhaupt keine Rede sein kann. Sie ist aber trotzdem hier stets sehr scharf. Nie findet ein allmählicher Übergang statt; stets liegt kalkfreier Sand unmittelbar auf kalkreichem.¹⁶⁾ Die Grenze A/C ist auch bezüglich der Körnung des Bodens, wie wir gleich sehen werden, sehr einschneidend.

Da der Kalk nur mit Hilfe der Kohlensäure des Sickerwassers gelöst werden kann, konnte dieselbe erst nach seiner Entfernung auch auf die anderen Bestandteile des Sandes einwirken und an der Verlehmung mitarbeiten.

¹¹⁾ Erl. zu Bl. Roßdorf 1:25 000, 2. Aufl. (1912), S. 95.

¹²⁾ Erl. zu Bl. Viernheim 1:25 000, Darmstadt 1906, S. 49.

¹³⁾ Notizblatt für 1913, a. a. O., S. 54.

¹⁴⁾ G. KLEMM, Geologisch-agronomische Untersuchung des Gutes Weilerhof (Wolfskehlen bei Darmstadt) Abh. d. Großh. hessischen Geologischen Landesanstalt, Bl. 3, Heft 1, Darmstadt 1897, S. 20, 21.

¹⁵⁾ Notizblatt für 1913, 4. F., 34. H., a. a. O., S. 51 ff.

¹⁶⁾ Die Angaben über den Kalkgehalt beziehen sich stets auf die Wahrnehmungen im Feld beim Beträufeln mit verdünnter Salzsäure (1 + 1).

Doch sind beide Vorgänge keineswegs scharf zu trennen. Denn nie findet sich im älteren Sand Entkalkung ohne gleichzeitige Verlehmung. Auch zeigen die von Hause aus kalkfreien Sande, wie sie z. B. in der Mainebene¹⁷⁾ auftreten, nie Verlehmung, wohl aber die weiter unten (S. 180) beschriebenen Veränderungen des Profils, die auch hier nach der Entkalkung und Verlehmung auftreten können.

Die Verlehmung ist mit Verlust der Schichtung, Änderung der Farbe und der physikalischen Eigenschaften verbunden. Die Farbe des verlehmtten Sandes ist besonders im feuchten Zustand bräunlich. Er ist vor allem aber bindiger als der unverlehmte, der nur fest gelagert ist und infolge des kalkigen Bindemittels beim Bohren großen Widerstand leistet. Der Gegensatz zwischen A und C kommt in den Ergebnissen der mechanischen Analysen zum Ausdruck, besonders wenn man die Teilchen über und unter 0,1 mm zusammenfaßt und einander gegenüberstellt.¹⁸⁾ Auch haben Versuche ergeben, daß der verlehmtte Flugsand eine größere wasserhaltende Kraft besitzt als der unverlehmte.¹⁹⁾

Obzwar auch die wenigen bis jetzt ausgeführten Bauschanalysen nur geringfügige Unterschiede im chemischen Bestand, abgesehen vom Kalkgehalt, nachgewiesen haben²⁰⁾, kann doch die Verlehmung nicht etwa bloß in der Entfernung des kohlensauren Kalkes bestehen. Da der Quarz, wenn er einmal abgelagert ist, keinerlei Veränderung mehr erleidet, müssen die verwitterbaren Silikate angegriffen worden sein, die freilich nur in geringer Menge vorhanden sind. Der Verlauf des Vorganges aber kann nur durch Teilanalysen ermittelt werden. Eine chemische Wirkung aber, die Hydratisierung und Oxydierung, macht sich schon dem Auge durch die gleichmäßige Braunfärbung bemerklich.

Es liegen aber auch zahlreiche Beobachtungen vor, nach denen der verlehmtte Anteil des Profils durchaus nicht immer so gleichmäßig ausgebildet ist, weder in bezug auf die Farbe, noch in bezug auf die Verteilung der Korngrößen von oben nach unten.

Besonders eindrucksvoll wird diese Erscheinung, wenn sich im untersten Teil von A ein dunkelbraunes, toniges Band gebildet hat, das die Leute als Brandletten bezeichnen. Auch das habe ich bereits beschrieben²¹⁾, doch waren mir damals noch keine Profile bekannt, die Handhaben zur Erklärung dieses seltsamen Gebildes boten. Sehr geeignet dazu waren aber die Aufschlüsse, die im Winter 1919/20 durch die Neuanlage eines Weges an den Kohlbergen südlich von der Papiermühle im Mühl-(Modau-)tal sich boten. Der nördliche derselben, um den es sich hier handelt, besteht aus Gabbro, der eine Hülle von sehr feinkörnigem lößartigem Sand der Übergangszone vom Flugsand zum Löß trägt.²²⁾

Hier zeigten die Beziehungen des Humus zum Bodenprofil einen gangbaren Weg zur Erklärung.

¹⁷⁾ Man vergleiche hierzu die Erläuterungen zum Bl. Seligenstadt, Darmstadt 1922.

¹⁸⁾ a. a. O., S. 58.

¹⁹⁾ a. a. O., S. 64 ff.

²⁰⁾ a. a. O., S. 69 ff.

²¹⁾ a. a. O., S. 54.

²²⁾ 2. Auflage des Blattes Roßdorf 1:25 000 von G. KLEMM, Darmstadt 1912.

Rohhumus und neutraler Humus kommen auf dieser mit jungem Mischwald von Kiefern, Buchen und Fichten bestockten Höhe dicht nebeneinander vor.

Denn wir haben hier eine stellenweise ziemlich mächtige Verlehmung, die sich durch Kalkfreiheit und braune Farbe des Oberbodens kundgibt. Der Untergrund aber besteht aus sehr kalkreichem Feinsand, der meist eine scharfe Grenze gegen den Oberboden hat, aber auch mehrfach ohne ihn an die Oberfläche tritt.

An den Stellen, wo also der obere Teil des Profils fehlt, hat sich infolgedessen neutraler Humus gebildet, der mit dem Sande vermengt ist und ihn oben auf einige dm schwarz färbt. Nach unten wird mit abnehmendem Humusgehalt die Farbe immer heller bis dann in 3—3,5 dm Tiefe der unveränderte hellgelbe, wegen seines hohen Kalkgehaltes oft fast weiße lößähnliche Sand ohne scharfe Grenze erscheint.

Besonders schön ist diese durch Anwesenheit von Kalk begünstigte Bildung von neutralem Humus an der Nordseite der Höhe zu sehen, wo der absteigende Weg auf das Feld stößt.

An einer Stelle kurz vorher aber ist das ganze Profil erhalten und trägt obenauf eine Lage Rohhumus. Infolgedessen ist der entkalkte Sand, der an der gemessenen Stelle eine Mächtigkeit von etwa 5 dm hat, von oben her durch die Säure des Rohhumus bis zu 1,5 dm vollkommen ausgebleicht, während der darunter folgende rotbraun gefärbt ist. Die Rohhumuslage ist hier nicht stark und die Einwirkung infolgedessen nicht gerade bedeutend. Doch ist die Stelle insofern wichtig, als sie deutlich zeigt, daß die Vorteile der Verlehmung, die in der Vermehrung der feinsten Teilchen besteht, durch auflagernden Rohhumus und die durch ihn bewirkte Ausbleichung und Auslaugung in ihr Gegenteil verkehrt werden können.

Zwar habe ich Rohhumus bis jetzt im Gebiet des einst kalkhaltigen Sandes nur wenig beobachtet. Doch verdient die Erscheinung die Beachtung der Forstleute.

Die Bildung von neutralem Humus auf kalkhaltigem Sand kommt dagegen recht häufig vor. Selten ist sie allerdings auf dem festgelagerten, sehr kalkreichen unverlehmten älteren Sand; um so häufiger dagegen auf dem jungen, locker gelagerten Dünensand der Tanne (sprich „Dann“), westlich von Darmstadt. Dort sammelt er sich im Kiefernwald in 80—90 jähriger Umtriebszeit an, verschwindet dann allerdings sofort, nachdem der Kahlhieb erfolgt und die Vollrodung vorgenommen ist, durch Oxydation an der Luft.

Hieraus ergibt sich also, daß der Kalkgehalt unseres Sandes die Humusbildung stets vorteilhaft beeinflusst, daß aber auf entkalktem Sand der Humus im günstigen Fall verzehrt wird, im ungünstigen aber sich als Rohhumus anreichert. Denn die entkalkten Sandböden, die wegen ihres geringen Mineralgehaltes auch wenig Austauschkalzium enthalten, neigen leicht zur Versäuerung. Sie neigen dazu um so mehr, wenn nach der Verlehmung noch Einwirkungen, wie die erwähnten, erfolgt sind, durch die der A-Teil des Profils noch weitere Veränderungen erlitten hat, die in letzter Linie auf jene Brandlettenbildung hinauslaufen, also auf die Ausbildung einer illuvialen B-Schicht im untersten Teil von A mit entsprechender Auslaugung im oberen.

Solche Stellen und Flächen sind gar nicht so selten; nur ist der Rohhumus, der ihre Bildung vielleicht schon in der Vorzeit veranlaßt hat, meist verschwunden, kann aber bei unzweckmäßiger Wirtschaft leicht wiederkehren.

Die Brandlettenbildung scheint verschiedene Vorstufen zu haben. Sehr häufig sieht man an gut abgestochenen Wänden von Aufschlüssen, daß die Schicht A von den schon oben (S. 176) erwähnten welligen und zackigen Nähten von dunkelbraunem Eisenhydroxyd durchzogen ist. Seltener ist der Fall, daß braune, lehmige Bänder die Schicht A durchziehen.

Von alten Oberflächen kann dabei, wie gesagt, nicht die Rede sein. Es sieht vielmehr so aus, als ob sich der Brandletten nicht oder nicht vollständig an der Unterfläche des Verlehmungsbereichs angesammelt habe. So liegt im Walde südlich von der Ludwigshöhe am Schnittpunkt der Wieselschneise mit der Neuen Bogenschneise 1 m vollständig entkalkten Flugsands auf metamorphem Schiefer. Er zeigt neben der Brandlettenbildung an der Sohle gegen das Liegende noch mehrere dicke und dünne eisenschüssige tonige Bänder.

Ein ganz ähnliches Profil habe ich am unteren Teil des Josefswegs am Westabhang des Frankensteins beobachtet. Dort war der Flugsand auf etwa 12 dm entkalkt und zeigte einen fünfmaligen Wechsel von braunen, tonigen, 2—4 cm dicken Bändern mit gelblichem Sand. Darunter folgte kalkreicher, sehr heller Flugsand mit Steinen, auf dem aber kein Brandlettenband auflag. Es soll aber durchaus nicht geleugnet werden, daß in jungen Dünen örtlich alte Oberflächen vorkommen. Solche sind aber nicht rot gefärbt, sondern grau, weil sie humos sind, wie z. B. in der jungen, durch eine große Grube aufgeschlossenen Düne am Hohlweg 750 m östlich von der Eberstädter Kirche.

Auch bei den Schlagbohrungen macht man oft in dieser Weise zu deutende Beobachtungen, indem mehr oder weniger gebleichte Sandschichten mit braunen eisenschüssigen und tonigen sandigen Zwischenlagen abwechseln.

Die höchste Stufe der Veränderung aber besteht in der bereits früher beschriebenen, aber anders gedeuteten Brandlettenbildung, die mit ihrer auch analytisch nachgewiesenen Anreicherung von feinsten Teilchen und von Eisenhydroxyd einem hellfarbigen ausgelaugten Oberboden gegenübersteht.²³⁾ Der Brandletten schmiegt sich allen Unregelmäßigkeiten der A/C-Grenze an und fehlt deshalb auch nicht in den tiefen Taschen und Orgeln, mit denen A nicht selten in C hineingreift. Das kann man gegenwärtig sehr schön am Westabhang des Frankensteins sehen, wo überhaupt der Brandletten oft mit Rohhumus sehr häufig und gut sichtbar ist, während man ihn in der Ebene nur in Einschlügen zu Gesicht bekommt.

In einem kleinen Aufschluß nördlich von dem Tal, das bei der Hüttenhäuschenbuche östlich von Eberstadt aus dem Gebirge heraustritt, liegt 450 m östlich von der Försterwohnung an der alten Dieburger Straße ein kleiner Aufschluß von älterem Flugsand auf Gabbro. Hier ist der unverlehmte Flugsand ziemlich mächtig. Die Wurzeln der Bäume, Kiefern und Buchen, gehen aber nicht in ihn hinein, wohl aber genau bis an seine obere Grenze, was sich besonders deutlich in einer Tasche zeigt. Wo aber, wie bei der Abzweigung der Hildebrandschneise vom Hollerhöhweg über dem Dorfe Malchen, der wellig verlaufende Brandletten unmittelbar auf dem Gabbro liegt, gehen die Wurzeln in die Klüfte desselben hinein. Schiebt sich aber auch nur eine dünne

²³⁾ a. a. O., S. 63.

Schicht kalkhaltigen Flugsandes dazwischen, so können die Wurzeln nicht zu den Klüften gelangen. Ähnliche Fälle habe ich schon früher beschrieben.²⁴⁾

Wenn der Brandletten auch nach längerer Trockenheit sehr hart wird, so ist er doch im Frühjahr beim Erwachen des Pflanzenlebens vollständig durchweicht. Auch ist er infolge seines großen Gehaltes an feinsten Teilchen noch feucht, wenn der darunter liegende Sand längst ausgetrocknet ist.

Es gibt aber auch Flugsand, der gar nicht verlehmt ist und infolgedessen auch keine Brandlettenbildung zeigt.

Das war mir schon bei der Aufnahme des Bl. Viernheim aufgefallen. Denn ich schrieb damals²⁵⁾: „Der flach ausgebreitete Flugsand ist meist auf 1—1,5 m, auch auf 2 m Tiefe völlig entkalkt. An den Gehängen der Dünen beobachtet man oft schon an der Oberfläche, meist jedoch in geringer Tiefe den Kalkgehalt; auch auf den Rücken der Dünen geht die Entkalkung weniger tief als im flach ausgebreiteten Flugsand.“²⁶⁾

Bei der Neuaufnahme des Blattes Darmstadt wurde nun ebenfalls das Fehlen der Verlehmung an den in der Eberstädter Tanne und in Eberstadt und Umgebung aufgehäuften Dünen durchgehends festgestellt. Doch lassen sich nunmehr die früheren Erklärungsversuche für diese Erscheinung, Abspülung der entkalkten Schicht oder Eindringen von weniger auslaugendem Sickerwasser an den geneigten Gehängen, nicht mehr aufrecht erhalten.

Die Ursache liegt vielmehr darin, daß diese Flugsandanhäufungen jünger sind als die seither bekannten, oben ausführlich besprochenen Flug- und Flußsande.

Unser heutiges Klima hat noch nicht lange genug eingewirkt, ist wahrscheinlich auch zu trocken, um an diesem jungen Flugsand dieselben Veränderungen hervorzurufen, wie wir sie an jenem älteren Flugsand und dem Flußsand in gleicher Stärke beobachten. Dazu gehört ein ähnlich feuchtes Klima, wie es auch für die tiefgründige Vergrusung des Darmstädter Hornblendegranits mit Eisenhydroxydabscheidung auf den tieferen Teilen der Klüfte angenommen werden muß. Ein solches Klima hat in den Zwischeneiszeiten geherrscht. Es hat sich im Wechsel mit den Löß- und Flugsandbildungen der kalten, trockenen Eiszeiten wiederholt, ist aber nach Ablagerung des jüngsten Flugsandes nicht mehr eingetreten.

Dessen jüngere Bildungszeit aber ergibt sich auch daraus, daß bei zahlreichen Bohrungen in seinem Liegenden die verlehnte Oberfläche des älteren Flug- oder Flußsandes nachgewiesen wurde, dem er in unbedeutenden Sandhäufchen und in stattlichen Dünen aufsitzt.

Fassen wir die Ergebnisse der beschriebenen Beobachtungen noch einmal kurz zusammen, so ergibt sich, daß die beiden älteren Sandarten der Umgegend von Darmstadt, ebenso wie schon früher der Granit, durch klimatische Einwirkungen oberflächlich in Böden umgewandelt worden sind, die heute noch fossil vorhanden sind.

²⁴⁾ a. a. O., S. 66 ff.

²⁵⁾ W. SCHÖTTLER, Erl. zu Bl. Viernheim 1:25 000, Darmstadt 1906, S. 49.

²⁶⁾ Nachträglich gesperrt.

Sie zeichnen sich durch Abscheidung von Eisenhydroxyd und dadurch bedingte Braunfärbung aus.

An vielen Stellen haben diese Böden später eine Umbildung erfahren, indem Eisenhydroxyd und tonige Teilchen unter gleichzeitiger Entfärbung der höheren Schichten abwärts gewandert und im untersten Teil der Verwitterungsschicht angereichert worden sind. Diese Veränderung ist wahrscheinlich durch einst auflagernden sauren Humus bedingt und ist mit Molkenboden und Ortstein zu vergleichen.

Der jüngere Flugsand endlich zeigt, abgesehen von gelegentlicher Humusanreicherung und oberflächlicher Entkalkung keinerlei Veränderung.

b) Beschreibung der drei Darmstädter Sandarten.

Demnach haben wir bei Darmstadt drei verschiedene Sandablagerungen zu unterscheiden, die im folgenden noch genauer beschrieben werden sollen.

1. Der graue Flußsand ist zwar ebenso feinkörnig wie der Flugsand der Gegend, unterscheidet sich aber im unverwitterten Zustand in auffallender Weise von ihm. Schon die Farbe ist anders. Während der Flußsand hellgrau gefärbt ist, sieht der Flugsand gelb aus. Freilich wird das Gelb bei hohem Kalkgehalt oft sehr hell und ist dann von dem Grau des Flußsandes schwer zu unterscheiden, namentlich wenn man beide Sandarten nicht nebeneinander hat.

Der Flußsand hat aber auch einen höheren Glimmergehalt als der Flugsand. Und zwar führt er sowohl Muskovit als auch Biotit. Dazu gesellen sich noch gröbere eckige Körner von Quarz und Feldspat. Letztere entstammen ebenso wie der Biotit unverkennbar dem Darmstädter Hornblende-granit, der tiefgründig vergrust, große Flächen einnimmt. Diese Granitbestandteile, einschließlich der beiden Glimmerarten, bilden oft Linsen und Streifen rötlichen, grobkörnigen Sandes in dem gleichmäßig feinen grauen Sand. Außerdem führt er noch eckige, kaum abgerollte Bruchstücke, selten größere Blöcke kristallinischer Gesteine, insbesondere von Aplit, Amphibolit usw. All diese Beimengungen entstammen dem Darmstädter kristallinen Gebirge. Nur im nördlichsten Teil des Blattes hat das Rotliegende die gröberen Bestandteile des Sandes geliefert, die an ihrer Farbe leicht zu erkennen sind.

Sehr gut ist dieser Sand gegenwärtig in einer Grube aufgeschlossen, die westlich von der durch GREIM bekannt gewordenen Stelle vor dem Walde zwischen der Main-Neckar-Bahn und der Eberstädter Straße, etwa bei km 3,2 der letzteren angelegt ist.

Dort sieht man sehr schön die Kreuzschichtung des Sandes, die oft durch Ausblasen gut hervortritt, die stellenweise eingeschalteten dünnen Lagen von Granitgrus und die von oben her unregelmäßig eingreifende Verlehmung. Die Granitunterlage ist hier nicht zugänglich. Sie wird erst in sehr erheblicher Tiefe anzutreffen sein, denn diese Stelle liegt bereits jenseits der Hauptverwerfung, die hier den Odenwald gegen die Rheinebene abschneidet und etwa mit der Heidelbergerstraße zusammenfällt.

Derselbe Sand war auch etwas weiter nordwestlich bei der Herstellung des Bahneinschnitts südlich von dem neuen Bahnhof Darmstadt-Süd aufgeschlossen. Dort hat ihn KLEMM²⁷⁾ in einer Mächtigkeit von 10 m gesehen. Er beschreibt ihn folgendermaßen: „Sie (die Sande) zeigen horizontale Schichtung, oft mit zierlicher Kreuzschichtung abwechselnd. An vielen Stellen nun liegen zwischen diesen Schichten Kiesstreifen und Nester von Geschieben. Die oft noch recht scharfkantige Beschaffenheit derselben deutet nur auf kurzen Transport. Die Größe der Geschiebe beträgt bis zu 0,5 m Durchmesser, und auch diese Blöcke sind noch größtenteils scharfkantig. Man bemerkt allerdings auch auf dem Boden des Einschnitts größere kugelige oder ellipsoidische Blöcke des Darmstädter Hornblendegranits. Aber auch bei diesen deuten die runden Formen nicht auf weiten Transport hin, sondern sind Absonderungsformen, wie sie vielerorts in jenen Gesteinen sich beobachten lassen.“

Auch die umfangreichen Ausschachtungen am neuen Hauptbahnhof schufen vorübergehend gute Aufschlüsse in diesen Sanden. Ferner sind in der Nähe des Hauptbahnhofs auch heute noch einige gute Aufschlüsse. Wo die Kirschenallee auf den Dornheimer Weg stößt, ist eine Ausgrabung und wo später die Rößlerstraße einmünden soll, eine große Sandgrube. An beiden Stellen sieht man sehr schön, wie die Verlehmungsschicht wellenförmig in den grauen feingeschichteten Sand eingreift. Bis an die Oberfläche finden sich überall Lagen und Linsen von Granitbestandteilen und eckige Gesteinsbruchstücke des kristallinen Gebirges. Auch im Bahngelände etwa 900 m nördlich vom Empfangsgebäude des Hauptbahnhofs ist gegenwärtig noch eine Grube im feinkörnigen, wagrecht geschichteten, grauen, kalkreichen Sand offen, in den ziemlich viele Streifen und Linsen von Granitbestandteilen und auch einzelne größere Granitgeschiebe eingelagert sind. Dieser Aufschluß ist besonders deswegen wichtig, weil man auch in seinen obersten Teilen die Einlagerungen noch nachweisen kann; sie treten auch noch im verlehnten Anteil auf, in dem die Schichtung vollständig verloren gegangen ist. Also auch hier ist kein Flugsand vorhanden, nicht einmal eine dünne Überwehung.

Durch Schlagbohrungen ist die Verbreitung dieses Sandes vorläufig bis zum Nordrand des Blattes verfolgt worden. Doch ist die Verlehmung hier meist mächtiger als 20 dm.

Nördlich vom Karlsruhof in der Ziegeleigrube im südwestlichen Winkel, den die Kranichsteiner Straße mit der Darmstädter Allee schon auf dem Bl. Roßdorf bildet, liegt er mit folgendem Profil auf dem pliozänen Ton:

- | | |
|--|-------|
| A) Kalkfreier, bräunlicher Sand | 8 dm |
| B) Kalkfreier, toniger, dunkelbrauner Sand mit Geröll
(Brandletten) | 2 dm |
| C) Kalkreicher, grauer, geröllführender Sand mit gelben
Streifen | 10 dm |

Kalkfreier, pliozäner Ton.

Nordwestlich von dieser Stelle sieht man in einer kleinen, am Schnittpunkt des Arheilger Weges mit der Odenwaldbahn gelegenen Sandgrube hellen, kalkfreien Sand mit eisenschüssigen Streifen auf kalkreichem liegen. Lagen

²⁷⁾ G. KLEMM, Spuren einer hochgelegenen Diluvialterrasse bei Darmstadt. Dieses Notizblatt für das Jahr 1909, 4. F., 30. H., Darmstadt 1909, S. 16—19.

eckiger Geschiebe sind nicht selten. Auch hier gehen sie in den verlehnten Anteil des Profils hinein.

Eine andere Grube liegt 300 m nordöstlich von hier an einem Wege zwischen der Odenwälder und der Aschaffener Linie. Durch sie ist folgendes Profil entblößt:

- | | |
|---|-------|
| A ₁) Kalkfreier, feinkörniger Sand mit Kiesstreifen und einzelnen größeren Geschieben; er ist oben hell und ausgelaugt, unten mit eisenschüssigen Streifen versehen | 11 dm |
| A ₂) Kalkfreier; roter Kies | 4 dm |
| C ₁) Kalkhaltiger, roter Kies | 3 dm |
| C ₂) Kalkreicher, graugrüner, im Wasser liegender, feinkörniger, geröllfreier Sand | x dm |

Bemerkenswert ist hier die in den feinkörnigen Sand eingelagerte starke Kiesbank, durch die die Verlehmungsgrenze mitten hindurch geht. Solche Kiese wurden auch bei den Bohrungen oft angetroffen. Der feinkörnige Kies dieser beiden Gruben stammt ebenso wie die größeren Geschiebe dieser ganzen Gegend aus dem Rotliegenden. Wie überhaupt in den Geschieben dieses Sandes die Zusammensetzung des dahinter liegenden Gebirges zum Ausdruck kommt, so daß z. B. solche von Gabbro erst ganz im Süden vor der Ausmündung der Modau²⁸⁾ vorkommen.

Diese Gesteinstrümmer haben also nur einen kurzen ostwestlichen Weg zurückgelegt. Sie sind sämtlich einheimisch. Niemals hat sich, wie auch KLEMM²⁹⁾ hervorhebt, an der Oberfläche oder in den Tagaufschlüssen ein Neckar- oder Rheingerölle gefunden. Das fällt um so mehr auf, als KLEMM³⁰⁾ westlich von der an der Straße von Darmstadt nach Nieder-Ramstadt liegenden Idiotenanstalt in 170—175 m NN die Reste einer Terrassenaufschüttung mit Rhein- und Neckargeschieben nachgewiesen hat.

Im Osten gehen diese grauen Sande mit einheimischen Geschieben kaum über den von Eberstadt her mitten durch Darmstadt streichenden Abbruch des Odenwaldes gegen die Rheinebene hinaus. Sie nehmen dort ihren Anfang und enthalten deshalb dort auch die meisten Gesteinsbruchstücke, weil die aus dem Gebirge kommenden Bäche ihre Geschiebe beim Gefällswechsel abladen und von den Gehängen viele Trümmer herabglitten.

An der Südseite des Residenzschlosses, wo neuerdings zur Untersuchung des Untergrundes einige Bohrungen ausgeführt worden sind, ist der Sand oft grobkörnig und besteht dann fast ausschließlich aus Granitbestandteilen, oder es schieben sich grobe Schotter des Darmbaches ein. Als Liegendes wurde dort in 8,80 m unter Tag weißer und gelber sandiger Ton angetroffen, der dem Pliozän angehören könnte.

In den erwähnten Granitgruben an der Eberstädter Straße zieht sich dieser Sand mit einheimischen Gesteinsbrocken höchstens bis zu 160 m NN auf den Granit hinauf. Er überschreitet also die Verwerfung nur wenig. Weiter östlich tritt Flugsand an seine Stelle.

²⁸⁾ G. KLEMM, a. a. O., Notizbl. für 1909, S. 18.

²⁹⁾ a. a. O., S. 19.

³⁰⁾ a. a. O., S. 16 ff.

Gegen Süden ist der Gebirgsrand und das Gelände vor ihm völlig von Sand verhüllt. Im Elfengrund, einer Straße der Villenkolonie Ludwigshöhe, ist der graue Sand gelegentlich aufgeschlossen. Er ist dort, wenn der eingeschwemmte Granitgrus zufällig nicht sichtbar ist, von Flugsand nur schwer zu unterscheiden. Auch in dem nördlich von der Modau liegenden Teil von Eberstadt ist er bei Fundamentgrabungen stets zu sehen. In dieser Gegend zieht sich der in Rede stehende Sand ziemlich hoch an den Gehängen hinauf, wird dann natürlich stets reicher an Gesteinsbrocken und geht allmählich in Gehängeschutt über, aus dem sich in etwa 160 m NN das feste Gestein heraushebt. Auch läßt er sich noch eine Strecke weit in die hier ausmündenden Täler hinein verfolgen.

Südlich von der Modau geht dieser Sand etwa bis zur alten Dieburger Straße (170 m NN), an der er durch den Flugsand abgelöst wird, welcher den steilen Buchrand des Frankensteins bedeckt. Hier ist die Abtrennung beider Sandarten sehr schwer.

Abgesehen von den in der Eberstädter Tanne in zusammenhängender Masse, sonst nur vereinzelt ihm aufgesetzten jungen Flugsandanhäufungen und Dünen senkt sich die Oberfläche dieser Sandablagerung im allgemeinen beständig gegen die alte Neckarniederung hin, bis etwa 90 m NN erreicht sind. Am gleichmäßigsten ist das Gefälle längs der Griesheimer und der Eschollbrücker Straße. Im Ganzen tritt uns also das Bild eines breiten Schuttkegels entgegen, der sich nördlich von Darmstadt, wo das Gebirge zurückreicht und niedriger wird, vollständig verflacht. Er hat bei Darmstadt bis zum Neckarbett eine Breite von etwa 7 km und ein Gefälle von etwa 60 m, also von 1:117 m oder von 0,9 m auf 100 m.

Es kommen aber auch treppenartige Absätze und sonstige bemerkenswerte Unregelmäßigkeiten auf der Schuttkegeloberfläche vor. In der Klingsackertanne nördlich von Pfungstadt sieht sie wie ausgefurcht aus, weil langhinziehende Erhebungen und Vertiefungen miteinander abwechseln.

Besonders auffallend ist ein Rücken mit nordwestlicher Erstreckung, zwischen Wald- und Stumpfschneise, der durch den Einschnitt der Sandchollenschneise gut aufgeschlossen ist. Er sieht wie auch manche andern dünenartig aus und ist auch auf dem alten Blatt Darmstadt so gezeichnet.

Doch spricht auch vieles dafür, daß diese auffallenden Oberflächenformen hier durch Ausfurchung entstanden sind, die nach der Verlehmung stattgefunden hat. An dem vorauszusetzenden Gefälle nach der Modau hin fehlt es jedenfalls nicht. Aber auch fern von der Modau und der Neckarniederung, in der Umgebung des Schießplatzes und auf ihm selbst, ist das regelmäßige Gefälle des Schuttkegels stellenweise durch Erhebungen unterbrochen, die entschieden nichts anderes sein können als Dünen, und zwar alte Dünen, die gleichaltrig mit den obersten Schichten des Schuttkegels sind. Denn sie sind oft von jungem Flugsand eingedeckt und überall, also auch unter dem jungen Flugsand, in derselben Weise verlehmt wie der Schuttkegelsand. Auch unterscheidet sich ihr Sand im unverlehnten Zustand in keiner Weise von dem des unbestreitbaren Schuttkegels. Stets ist er kalkreich und hell, oft ist er von Beinbrech durchzogen. Infolgedessen ist, wenn die Geschiebe und die Lagen von Granitgrus fehlen, Fluß- und Flugsand nur noch an den Oberflächenformen zu unterscheiden.

Die Geschiebe werden natürlich an der Oberfläche je weiter vom Gebirge um so seltener und kleiner. Sie sind auch in den Waldgebieten schwer zu beobachten. Auf dem Exerzierplatz zwischen dem alten und dem neuen Hauptbahnhof fallen sie dagegen sofort auf. Auch auf dem Truppenübungsplatz bei Griesheim, der wegen der Franzosen auf unabsehbare Zeit nicht betretbar ist, gibt sie CHELIUS noch in ziemlicher Anzahl an. Mangels an Geschieben ist man auf die Granitbestandteile angewiesen, um die Anschwemmung von Osten her zu beweisen. Aber auch sie sind schließlich ganz im Westen an der Oberfläche selten vorhanden. Außerdem kommen sie auch in Dünen vor.

Im Griesheimer Eichwäldchen z. B. findet man in den oberen 12 Dezimetern nach den Ergebnissen meiner mechanischen Analysen³¹⁾ Körner > 0,5 mm nur in ganz verschwindender Menge (0,1—0,3 v. H. des Gesamtbodens). Die in den Jahren 1924/25 in der Südwestecke des Eichwäldchens für das Darmstädter Wasserwerk ausgeführten Bohrungen bestätigen diese Beobachtung.

Beim Brunnen 1 stellte sich erst in 8,7 m unter Tag rötlichgrauer, größerer Sand mit Granitbestandteilen und kleinen Odenwaldgeröllen ein. Beim Brunnen 2 traf man gelblichgrauen Sand mit Granitbestandteilen in 9 m Tiefe, beim Brunnen 3 grauen, feinkörnigen Sand mit Granitbestandteilen schon in 6,5 m von oben usw.

Darüber liegt allenthalben ein hell- oder graugelber, an der entkalkten Oberfläche bräunlich gefärbter, oft etwas lehmiger Sand, der nur ab und zu einige Quarkörnchen führt, die größer sind als 0,5 mm. Dieser Sand enthält im unverwitterten Zustand dieselben auch verzweigten Kalkröhrchen, wie sie im Löß auftreten. Sie können durch vorsichtiges Sieben und Schlämmen gewonnen werden. Daneben bleiben auch ohne Röhrchenbildung verkittete Sandkörnchen auf dem Sieb. Aber auch der durchgesiebte, aus Einzelkörnern bestehende Sand braust noch stark mit Salzsäure. Jedenfalls überzieht der Kalk die Sandkörnchen in dünner Schicht, soweit er nicht in selbständigen Körnchen auftritt.

Der Farbe nach könnte der obere Sand am Eichwäldchen wohl Flugsand sein. Da aber diese Röhrchen, die sich wahrscheinlich auf Würzelchen gebildet haben, im echten Flugsand nicht vorkommen, darf man hier doch vielleicht von flach ausgebreitetem Flugsand sprechen. Es mag sich am Außenrand des Schuttkegels aus Flugsand gebildet haben, der über flachem, stehendem oder ganz langsam fließendem Wasser niederging.

Er ist ebenso wie der Flußsand des Schuttkegels tiefgehend verlehmt und zeigt nicht selten Brandlettenbildung³²⁾, so daß er von ihm ebenso schwer zu trennen sein wird, wie die vorher erwähnten Dünen.

In dem schmalen Streifen, der zwischen Eschollbrücken und Griesheim bis zum Darm gegen die vertorfte Neckarniederung noch übrig bleibt, ist der Sand von oben ab kalkhaltig und mehr oder minder stark humos. Denn das hier einst hochstehende Grundwasser verhinderte die Auslaugung des Kalkes. Letzterer aber fördert die Anreicherung des neutralen Humus, der den Sand in hohem Grade verbessert und die Grundlage für den nachhaltig betriebenen feldmäßigen Gemüsebau bildet. Da der humose kalkhaltige Sand auch über Brandletten

³¹⁾ a. a. O., Notizblatt für 1913, S. 57.

³²⁾ Notizblatt für 1913, a. a. O., S. 56 ff.

auftritt, wie z. B. in Herrn Gustav Kistingers Garten am Ausgang von Eschollbrücken nach Eich, ist es möglich, daß der Kalk hier nachträglich mit steigendem kalkreichen Grundwasser in den verlehnten Sand wieder eingewandert ist.

Kalkreicher unveränderter Untergrund und Brandletten rücken zwar im Gebiet des flach ausgebreiteten Flug- und des flachliegenden Flußsandess manchmal zum Nachteil des Baumwuchses der Oberfläche ziemlich nahe, streichen aber nie zu Tage aus. Wohl aber geschieht dies in den weiter östlich gelegenen Teilen des Schuttkegels, in denen seine Oberfläche teils von Anfang an, teils durch spätere Abtragung unregelmäßiger ist, so daß hier der unterste Teil des Bodenprofils oft zutage tritt.

So kommt, um nur einige der größten Flächen zu nennen, der helle, stark kalkhaltige Sand auf dem schon erwähnten Rücken zwischen Wald- und Stumpfschneise an die Oberfläche, ebenso südlich von der Blockstelle Tanne und zu beiden Seiten der Mittelschneise zwischen Brunnen- und Hundschneise. Die oberflächliche Ausdehnung dieses schlechten, sehr flachgründigen Bodens, auf dem selbst die Kiefer nicht gerät, ist allerdings durch die Bedeckung mit jüngerem Flugsand stark eingeschränkt.

2. Der ältere Flugsand, der, wie oben ausführlich dargetan ist, vom Sand des Schuttkegels nach Bodenprofil und Korngröße nicht zu unterscheiden ist, hält sich stets außerhalb des Schuttkegels, d. h. er überschreitet nach Westen hin den Rand des Odenwaldes nicht.

Nähert man sich Darmstadt auf der Griesheimer oder auf der Eschollbrücker Straße, so sieht man nirgends Flugsand, auch in den tiefgelegenen Stadtteilen nördlich von der Rheinstraße nicht. Er beginnt erst im höheren Stadtgebiet. Dort trifft man ihn allenthalben als zerrissene Decke von wechselnder Mächtigkeit auf dem kristallinischen Grundgebirge. Er tritt auch noch auf das Blatt Roßdorf über, das allerdings zum größten Teil eine Lößdecke trägt. In diesem Löß aber geht der Flugsand ganz allmählich durch stetige Abnahme der Korngröße über. Diese Übergangszone ist in dem niedrigen Gelände nördlich vom Frankenstein z. B. bei den schon erwähnten Kohlbergen und auf dem Wege nach Ober-Ramstadt östlich von der Eisernen Hand sehr schön zu sehen. CHELIUS³³⁾ hat diese „Zwischenzone“ zuerst erkannt, und KLEMM hat sie in der zweiten Auflage des Blattes Roßdorf sehr schön dargestellt.

Ob aber der Flugsand hier in den älteren oder den jüngeren Löß des nördlichen Odenwaldvorlandes übergeht, ist nicht bekannt. Denn es ist bis jetzt noch nicht gelungen, den älteren und den jüngeren Löß im Sinne von CHELIUS und KLEMM über die Aufschlüsse hinaus zu verfolgen. CHELIUS hat auch bereits zwei Flugsandbildungen verschiedenen Alters unterschieden, die den beiden Lößablagerungen entsprechen sollten. Den Flugsand der Oberfläche nannte er jüngeren Flugsand, weil er annahm, daß er gleichaltrig mit dem jüngeren Löß sei. Für den seinem älteren Löß entsprechenden Flugsand aber hielt er den grauen, feinkörnigen Sand, der sich z. B. in den Bohrungen des Darmstädter Wasserwerkes im Griesheimer Eichwäldchen sehr häufig zwischen Schottern und gröberen Sanden findet. Den Lößpuppen des älteren Lösses sollten die in diesem Sand häufig auftretenden Kalkkonkretionen

³³⁾ C. CHELIUS und C. VOGEL, Zur Gliederung des Löß. Neues Jahrbuch für Mineralogie usw. Jahrgang 1891, I. Bd., S. 104—107.

entsprechen. Abgesehen davon, daß die grauen Sande kein bestimmtes geologisches Alter haben, sondern in allen Abteilungen des Diluviums vorkommen, ja auch den Darmstädter Schuttkegel zum größten Teil zusammensetzen, ist es ganz unmöglich, auf Grund von Bohrproben geröllfreien Flußsand vom Flugsand zu unterscheiden. Außerdem enthalten diese Sande nach den Ergebnissen der neuerdings im Eichwäldchen wieder ausgeführten Bohrungen, die ausführlich in den Erläuterungen zur 2. Auflage des Blattes Darmstadt abgedruckt werden sollen, oft Tonschmitzen und Holzreste, was gewiß nicht für Flugsand spricht. Wir sind leider bis jetzt nicht einmal imstande, auch in unserer Gegend die im Rheintal versenkten Diluvialablagerungen verschiedenen Alters aus Mangel an Versteinerungen etwa durch Beobachtung der Verwitterungsrinden der versenkten Terrassen voneinander zu trennen, um so weniger können wir die auf ihnen etwa zusammengewehten Flugsandmassen wiedererkennen, die doch bei erneuter Überflutung alsbald zerstört werden.

Was CHELIUS als jüngeren Flugsand bezeichnet hat, nenne ich nunmehr zum größten Teil älteren. Diese Umbenennung trifft nicht bloß den Flugsand auf dem Gebirge bei Darmstadt, sondern auch den in der Gersprenzbucht nordöstlich von der Stadt, wo er, wie schon CHELIUS³⁴⁾ hervorhebt, ebenfalls verlehmt ist. Aber auch der Flugsand, der in einzelnen, zwischen den Neckarschlingen von der Abtragung verschont gebliebenen Resten am Westrand des Blattes Darmstadt auftritt, muß nach dem Bodenprofil, das KLEMM³⁵⁾ angibt, zum älteren Flugsand in meinem Sinne gehören, der wahrscheinlich auch auf dem Bl. Groß-Gerau in größerer Ausdehnung auftritt.

Dazu kommen die oben erwähnten Dünen, die sich in der nächsten Umgebung des Truppenübungsplatzes aus dem Schuttkegel herausheben.

Der ältere Flugsand ist also weit verbreitet und stets daran kenntlich, daß er dieselbe Verlehmung erlitten hat, wie der Schuttkegelsand. Ob er aber an allen genannten Gebieten genau gleichzeitig entstanden ist, bleibt zum mindesten fraglich.

Die Dünen des Schuttkegels sind unbedingt gleichzeitig mit dessen obersten Sanden in einem Gebiet abgelagert, dem das nur noch wenig stoßkräftige und bald ganz versiegende Wasser ausschließlich Sand von Osten her zuführte, dessen sich der Wind bemächtigte.

Die ungeheure Menge des Sandes und besonders auch sein hoher Kalkgehalt macht es aber wahrscheinlich, daß er durch Abtragung und Umlagerung älterer Flugsandmassen entstand, die einst das Gebirge bei Darmstadt verhüllten und heute nur noch in Resten vorhanden sind, deren Dünenform durch die Erosion hervorgerufen ist.

3. Der jüngere Flugsand ist vor allen Dingen daran kenntlich, daß er nicht oder nur in ganz geringem Grade verlehmt ist. Er zeigt infolgedessen kein gegliedertes Bodenprofil, sondern ist meist bis oben hin kalkhaltig; er ist infolgedessen oft oberflächlich und bis zu gewisser Tiefe humos. Brandletten hat er natürlich nie. Er unterscheidet sich also so deutlich wie nur möglich sowohl vom älteren Flugsand, wie auch vom Sand des Darmstädter Schuttkegels.

³⁴⁾ a. a. O., Neues Jahrb. 1891, Bd. I., S. 107.

³⁵⁾ a. a. O., Abh. der Großh. hess. Geol. Landesanst., Bd. 3, H. 1, S. 19.

Sein Hauptverbreitungsgebiet auf dem Blatte Darmstadt ist zunächst der zwischen der Stadt und dem Dorf Eberstadt gelegene Teil der sogenannten Tanne (sprich „Dann“). Eine von km 3,4 der Darmstadt-Eberstädter nach km 7 der Darmstadt-Eschollbrücker Straße gezogene gerade Linie bezeichnet etwa das nördliche Ende des zusammenhängenden Gebietes jüngeren Flugsandes. Aber auch in dem Gebiet mit alten Dünen rings um den Schießplatz kommt er vor. Weiter nördlich bis in die Gegend von Arheilgen treten nur einzelne versprengte Anhäufungen dieses Flugsandes auf, so z. B. bei den Häusern an der Hammelstrift und an den Totenbergen nördlich von der Station Kranichstein (Bl. Messel); weiter nach Norden hin hat eine Untersuchung noch nicht stattgefunden. In dem genannten Teil der Tanne aber bedeckt der jüngere Flugsand einen großen Teil des beschriebenen Schuttkegels, dessen Oberfläche er teils mit flachen Sandwellen überzogen, teils aber auch mit stattlichen Dünen besetzt hat. Doch ist die Überdeckung nicht lückenlos. Denn an vielen Stellen liegt der Untergrund vollkommen frei, während er an anderen unter der dünnen Flugsandhülle mit dem Schlagbohrer leicht erreicht werden kann. Dadurch wird die Feststellung der Lagerungsverhältnisse sehr erleichtert, und es ergibt sich, da im Schuttkegel bald der obere entkalkte, bald der untere kalkreiche Teil seines Bodenprofils an die Oberfläche tritt, durch die junge Flugsandüberwehung eine ganze Reihe verschiedener Bodenprofile.

Die Jungdünen gehen hier östlich etwa bis zur Villenkolonie Ludwigshöhe, mit einem Vorposten auch noch etwas über sie hinaus. Diese vereinzelt Jungdüne liegt im unteren Teil des Tälchens, das Wilbrandshöhe und Marienhöhe voneinander trennt. Das Dünengebiet endigt im Süden an einer den km 5 der Eberstädter Straße mit dem Eberstädter Bahnhof verbindenden Linie. Südlich von der Modau treten aber wiederum Dünen auf und nehmen das ganze Blattgebiet zwischen der Main-Neckar-Bahn und der alten am Fuße des Frankensteins hinziehenden Dieburger Straße ein. Auch hier stehen stattliche Dünen. Die höchste in der Malcher Tanne trägt den Pfungstädter Wasserbehälter. Sie hat eine Meereshöhe von 138,7 m und erhebt sich etwa 25 m über ihre Unterlage.

Auch hier bedecken die jungen Flugsandwellen und Dünen den Schuttkegel nur lückenhaft, halten sich aber ziemlich streng an ihn und besetzen den älteren Flugsand, der sich hoch am Frankenstein hinaufzieht, nur mit einzelnen Vorposten, die sich an den tieferen Teilen des Gehänges halten. In der Gegend 700 m nordöstlich von der Försterwohnung liegen mehrere ganz kleine, von denen der höchste den Punkt 234,9 m bildet. Merkwürdigerweise dringt der jüngere Flugsand nicht einmal in die niedrige Lücke nördlich vom Frankenstein ein, durch die der Hahnweg von Eberstadt ins Mordachtal führt. Ihm entspricht also auch keine Lößbildung.

Sehr auffallend ist das Verhalten des jungen Flugsandes im Gebiet der alten Dünen am Schießplatz. Er bildet ganz kleine Sandhäufchen, aber auch flachwellige Gebiete von größerer Ausdehnung und hält sich oft ganz fern von den alten Dünen. Doch tritt er auch manchmal ganz nahe an sie heran und ist dann wohl auch, wie in der Schirmschneise westlich von der Langenseitenschneise, von der älteren Düne durch einen schmalen Einschnitt getrennt, der durch den Anprall des sandbeladenen Windes entstanden sein kann. Sehr oft auch findet man beim Abbohren den jüngeren Flugsand in meist dünner Schicht auf dem Gipfel wie auch an der Flanke einer Düne.

c) Altersbeziehungen der drei Darmstädter Sandarten.

Sehr auffallend sind die Beziehungen des unter 1. beschriebenen Darmstädter Schuttkegels zu den unter 2. und 3. geschilderten beiden Flugsandablagerungen.

Denn der ältere Flugsand meidet den Schuttkegel vollständig; der jüngere aber hat sein Hauptverbreitungsgebiet gerade auf dessen Oberfläche und dringt nur gegen Osten ein wenig weiter vor ins Bereich des älteren Flugsandes.

Während also der unverlehnte Flugsand zweifellos jünger ist als der verlehnte Flugsand und der Sand des Schuttkegels, ist das Altersverhältnis der beiden letzteren zueinander nicht ohne weiteres ersichtlich.

Da aber der ältere Flugsand sicher nicht jünger ist als der Schuttkegel, den er ja nicht eingedeckt hat, kann er nur älter, höchstens aber z. T. gleichaltrig mit ihm sein.

Das Alter des Darmstädter Schuttkegels aber kann nur aus seinen Beziehungen zu den anderen diluvialen Ablagerungen der Rheinebene ermittelt werden.

Die Ergebnisse einiger Tiefbohrungen, die in der letzten Zeit bei Darmstadt niedergebracht worden sind, haben in dieser Hinsicht große Bedeutung. Die eine ist im Elektrizitätswerk der Hessischen Eisenbahn-Aktiengesellschaft am Darmstädter Hauptbahnhof im Jahre 1924, die anderen sind bei dem städtischen Pumpwerk im Griesheimer Eichwäldchen im Jahr 1925 niedergebracht worden. Den Herren, die uns Kenntnis von den Bohrungen gaben und uns die Proben übermittelt haben, Oberingenieur Rausch von der Heag und Stadtbauinspektor Hofmann, sei hierfür auch an dieser Stelle unser verbindlichster Dank ausgesprochen.

Das Bohrloch am Bahnhof (Mundloch 125 m NN) durchsank bis zu 42 m unter Tag vorwiegend feinkörnige, aber auch gröbere Sande und von 8,80—9,50 m einen lößartig feinen, hellgraugelben Sand. Die anderen Sande sind bei feinem Korn grau oder gelb in verschiedenen Abänderungen gefärbt. Sie sind sämtlich, mit Ausnahme der braunen verlehnten Oberfläche von 1,3 m Mächtigkeit, kalkreich. Alle enthalten mehr oder minder große Beimengungen von Granitbestandteilen, ab und zu auch kantige Odenwaldgeschiebe. Nie aber fand sich in diesen Teufen die Spur eines rheinischen Gerölles. Von 42—52 m (83—73 m NN) tritt kalkhaltiger, meist gelber Schlick auf. Darunter kommt noch einmal feinkörniger, grauer, kalkreicher Sand und unter diesem bei 55 m unter Tage (= 70 m NN) ein rötlichgelber, kalkhaltiger, kiesiger Sand, der außer den Granitbestandteilen die ersten Neckar- und Rheingerölle (Buntsandstein, Muschelkalk, Weißjura, Radiolarienhornsteine) enthält. Er wurde bis zu 61,2 m unter Tage durchsunken, bei welcher Teufe die Einstellung der Bohrung erfolgte.

Ähnliche Ergebnisse lieferten die Bohrungen im Griesheimer Eichwäldchen, deren Mundlochhöhen rund 94 m NN betragen dürften. In sieben verschiedenen Bohrlöchern traten die ersten rheinischen Gerölle in folgenden Teufen auf:

Bohrloch:	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Teufen unter Tag:	9,5	11,4	17,90	16,5	16,9	16,9	12,6
Höhen über NN:	84	83	76	77	77	77	81

In den oberen Teufen führen die Sande auch hier nur Gesteinstrümmer östlicher Herkunft: Granitbestandteile in geringen Mengen und kleine, nicht

zahlreiche Odenwaldgerölle, ja sie werden, wie schon S. 186 hervorgehoben wurde, nach oben ganz frei von solchen Beimengungen.

Unterhalb der genannten Grenze erscheinen die ersten rheinischen Gerölle südlicher Herkunft. Sie sind aber stets von Odenwaldgeschieben und von Granitbestandteilen begleitet. Die Geröll führenden Schichten wechseln mit Sanden von verschiedener Korngröße ab. Am häufigsten sind die feinkörnigen kalkhaltigen, grauen oder gelblichgrauen, während lößartig feine, lehmige Sande seltener sind. Aber auch gröbere rötlichgelbe Sande kommen vor. Sie sind meist schwächer kalkhaltig.

In den grauen Sanden treten sehr oft Holzreste, auch Koniferenzapfen auf. Sie enthielten auch in einem Falle (Bohrloch 4, Teufe 53,7—54,8) bituminöse Lagen. In dem gleichen Bohrloch wurde auch bei 69,2—69,5 ein Buntsandsteinblock durchschlagen, der in feinkörnigem Sand lag. Diese Bohrung wurde erst bei 94,2 m unter Tag aufgegeben. In ihr stellte sich schließlich bei 79,7 zunächst lößartig feiner, lehmiger Staubsand, dann grauer, kalkhaltiger Schlick im Wechsel mit Sandbänken ein, die rheinische und einheimische Geschiebe führen.

Im ganzen bieten also diese Bohrergergebnisse durch den beständigen Wechsel von Sanden verschiedener Korngrößen mit Kies- und schließlich mit Schlickschichten, die auch in wagrechter Richtung einander ablösen, das Bild einer Flußaufschüttung mit Kiesgründen, Sandbänken und verlandeten Altwassern. Die große Mächtigkeit des Diluviums, von dem jedenfalls auch das tiefste Bohrloch nur einen kleinen Teil durchsunken hat, ist nur dadurch zu erklären, daß zugleich mit der ununterbrochen vor sich gehenden Aufschüttung eine entsprechende Senkung vor sich ging, so daß in der Rheinebene Diluvialstufen verschiedenen Alters übereinander liegen müssen, die freilich bis jetzt in keiner Bohrung voneinander getrennt werden konnten.

Beweise für die Senkung liefern nicht bloß die hochgelegenen altdiluvialen Rheinterrassen drüben auf der Rhein Hessischen Hochfläche, sondern auch die Reste von solchen, die FREUDENBERG³⁶⁾ am Nächstenbacher Weg bei Weinheim in etwa 160 m NN und KLEMM³⁷⁾ bei Darmstadt in 170 m NN nachgewiesen haben.

Vergegenwärtigen wir uns an Hand der Bohrergergebnisse noch einmal die Verhältnisse bei Darmstadt zu irgendeinem Zeitpunkt des älteren Diluviums, so ergibt sich, daß der Rhein im beständigen Kampf mit einem Schuttkegel lag, der sich vom Bruchrand des Odenwaldes gegen Westen vorbaute und den Strom zeitweilig mehr, zeitweilig weniger vom Gebirge fernhielt. Von einer gewissen Zeit an wuchs der Schuttkegel über den höchsten Rheinstand hinaus, so daß nunmehr keine rheinischen Gerölle mehr in ihn hinein geraten konnten.

So erhob er sich aus 70—80 m NN bei Darmstadt allmählich bis zum Ausgleich mit dem Gebirgsrand bei etwa 160 m und bildete jene flach geneigte Sandaufschüttung, die viel stattlicher auftreten würde, wenn die alte Neckarniederung von Zwingenberg her dicht an Darmstadt vorüberzöge und das Gebirge nicht so niedrig wäre.

³⁶⁾ Mitgeteilt von G. KLEMM in den Erl. zu Bl. Birkenau (Weinheim), S. 59, 60.

³⁷⁾ Notizblatt 4. F., 30. H., a. a. O., S. 17.

Wären die Verhältnisse wie an der Bergstraße, so hätten wir auch bei Darmstadt eine ähnlich ausgebildete Diluvialterrasse. Die Zusammengehörigkeit beider Gebilde tritt aber auch deshalb weniger klar vor die Augen, weil zwischen Eberstadt und Alsbach mächtige Massen jungen Flugsands das vom alten Neckarbett zum Gebirgsrand ansteigende Gelände bedecken.

Die Schotter, denen wir im Rheingebiet die Bezeichnung *du* geben, können sehr verschiedenes Alter haben. Am ältesten sind selbstverständlich die *du*-Reste auf dem Gebirgsrand. Denn was an jüngeren *du*-Schottern über ihnen lag, ist ja abgetragen. Das meiste Altdiluvium aber ist in der Tiefe des ober-rheinischen Grabens verschwunden, allmählich und stetig; denn während an den Rändern die Abtragung am Werke war, fand in der Taltiefe durch lange Zeiträume hindurch Aufschüttung statt. So ging es durch den größten Teil der Diluvialzeit. Zwar haben wir am Taunusrand, der den Rheintalgraben nach Norden abschließt, noch verschiedene jüngere Terrassenstufen. An der Bergstraße aber tritt bloß der Schuttkegel auf. Es bleibt uns hier also gar nichts anderes übrig, als die Rhein-Neckarschotter, die er bedeckt und umhüllt, ebenfalls noch als *du* zu bezeichnen. Dann aber ergibt sich, daß in der Bergsträßer Diluvialterrasse die Oberfläche des älteren Diluviums nach Norden hin auffallend sinkt.

„Im Sand“ zwischen Bensheim und Heppenheim liegt sie immerhin noch in 120 m NN, bei Darmstadt aber nur noch in 70 m NN. Das ist aber eigentlich ganz natürlich. Auch das Gebirge neigt sich ja nach der Saar-Saale-Senke zu. Nur fehlen die Anhaltspunkte, um festzustellen, ob diese Bewegung auch im Diluvium anhielt. Jenseits von der jungen Rheintalspalte aber haben wir sie. Wir vermuten deshalb, daß die tiefe Lage des älteren Diluviums bei Darmstadt durch Senkungen nach der Saar-Saale-Mulde zu bedingt ist, die sich in den beweglichen Grabenschollen am besten auswirken konnten. Wie es KLEMM³⁸⁾ an der Bergstraße getan hat, so müssen wir auch hier die obere Grenze des älteren Diluviums dahin legen, wo die Geschiebe südlicher Herkunft verschwinden und nur einheimische auftreten.

Während vorher der Rhein mit dem Schuttkegel im Kampfe lag, was sich in der Wechsellagerung der Schotter verschiedener Herkunft ausspricht, herrscht nun in der mittleren Diluvialzeit am Gebirgsrand der Schuttkegel (*dm*^u) allein, draußen in der Ebene aber baute sich eine Rheinterrasse (*dm*^o) auf, deren Schotter bei Geinsheim, 20 km westlich von Darmstadt, unter einer jüngeren Flugsand- und Schlickdecke 88 m hoch liegt, also höher als die *du*-Oberfläche bei Darmstadt. Sehr mächtig ist diese Terrasse also nicht. Außerdem ergibt sich, daß sie, ganz wie KLEMM annahm, jünger ist als der Schuttkegel, abgesehen von seinen allerobersten Teilen. Mit ihm stehen ihre älteren und östlichen Teile natürlich ebenfalls in Verzahnung, so daß man im Griesheimer Eichwäldchen schon zweifeln kann, ob nicht die oberen Rhein-Neckarschotter schon als *dm*^o zu bezeichnen sind.

Die *dm*^o-Schotter und Sande sind also wenig mächtig, haben aber gerade im nördlichen Teil der Ebene eine große Verbreitung und treten dort mit

³⁸⁾ Erl. zu den Blättern Bensheim und Zwingenberg, Darmstadt 1896.

den Mainschottern in Verbindung, die, wie ich nachgewiesen habe, ebenfalls mitteldiluvial (vom Alter der Mosbacher Stufe) sind.³⁹⁾

Wo kommen nun aber die feinen, meist grauen Sande her, die in allen Teilen des Darmstädter Schuttkegels eine so große Rolle spielen? Da sie niemals ein Neckar- oder Rheingerölle führen, können sie mit den altdiluvialen grauen Sanden, die bei Heppenheim und Weinheim als stehengebliebene Reste von der Bergsträßer Diluvialterrasse umhüllt worden sind, nichts zu tun haben. Sie müssen jünger sein und können sich erst gebildet haben, nachdem hier das älteste Diluvium bis auf ganz kümmerliche Reste zerstört war.

Wahrscheinlich sind sie nach einem Gedanken von KLEMM aus einem älteren Flugsand entstanden, für dessen Bildung, wie auch von Löß, die Diluvialzeit mit ihren Klimaschwankungen wiederholt günstige Bedingungen bot. Die Flugsandmassen häuften sich wohl wiederholt auf der niedrigen Granitfläche von Darmstadt an und stiegen hoch am Frankenstein hinauf. Sie drangen in die Täler ein und füllten sie aus; kurzum, sie vergruben bei Darmstadt das Gebirge unter sich.

In regenreicheren Zeiten wurde der leicht bewegliche Flugsand durch das Wasser wieder aus dem Gebirge herausgeschafft und im Schuttkegel z. T. wieder abgelagert, dem sich auch Granitgrus und sonstige Trümmer des Grundgebirges beimengten. Dieser Vorgang kann sich mehrmals wiederholt haben.

Da älterer Flugsand nicht bloß im Gebirge, sondern auch westlich vom Schuttkegel, auf Bl. Groß-Gerau⁴⁰⁾, auftritt, ist es wahrscheinlich, daß hier schon früh zwei Flugsandgebiete vorhanden waren, die der am Gebirgsrand entlang strömende Rhein voneinander trennte. Als sich dann der Schuttkegel höher aufbaute, verlegte der Rhein seinen Lauf nach Westen und schüttet dort die Schotter auf, die die Oberfläche der dm⁰-Terrasse bilden und deshalb auch so mächtig nicht sein können. Auf ihr hat sich auch noch älterer Flugsand gebildet, der sich auf dem Schuttkegel meist nicht halten konnte, sei es, daß das Wasser dort ständig floß und keine Dünen aufkommen ließ, sei es, daß es nur zeitweilig rann und den mittlerweile entstandenen Flugsand umlagerte. Da also der ältere Flugsand in so bedeutendem Maße umgelagert worden ist, tritt er am Gebirge heute nur noch in Resten auf. Die Täler sind zum größten Teil wieder ausgeräumt, die Höhe von ihm befreit. In größerer Mächtigkeit hat er sich im allgemeinen nur in den Vertiefungen erhalten. Wo er noch in Anhäufungen auftritt, sind es jedenfalls nicht Dünen, sondern nur dünenähnliche Erosionsformen.

Wir sehen hieraus, in wie engen Beziehungen unsere dm⁰-Terrasse, der Schuttkegel und der ältere Flugsand nebst seinem Löß zueinander stehen, die nunmehr in einer Zwischeneiszeit, in der kein Flugsand gebildet wurde, der oben ausführlich beschriebenen Verlehmung unterlagen.

Jedenfalls ist aber nach der Verlehmung noch eine geringfügige Abtragung erfolgt, die hier besonders den Schuttkegel betraf und an vielen Stellen den unverlehnten Untergrund bloßlegte. Dieser Verlehmung unter-

³⁹⁾ W. SCHOTTLER und O. HAUPT, Der Untergrund der Mainebene zwischen Aschaffenburg und Offenbach. Notizblatt für 1919/20, 5. F., 5. H., Darmstadt 1922.

W. SCHOTTLER, Erl. zu Bl. Seligenstadt, Darmstadt 1922.

⁴⁰⁾ Bei der Aufnahme dieses Blattes ist zwar noch nicht ständig mit Salzsäure gearbeitet worden, doch habe ich von älteren Begehungen herrührende Bodenprofile.

lagen auch die Sande und Schotter der dm^0 -Terrasse bzw. der auf ihr flach ausgebreitete Flugsand, was sich aus den Bodenprofilen der westlichen sandigen Hälfte des Blattes Viernheim klar erkennen läßt.

Die Dünen aber, die dieses Sandgebiet von Käfertal und Viernheim her in zwei parallelen Zügen in südnördlicher Richtung durchziehen, sind noch unverlehmt Jungdünen. Sie wenden ihre steilen Leeseiten nach Osten und haben sicherlich im großen ganzen ihre ursprünglichen Formen noch bewahrt. Der östliche Dünenzug verschwindet nördlich von Hüttenfeld, der westliche aber kann bis in die Gegend von Schwanheim (Bl. Bensheim) verfolgt werden. Dann kommt eine fast flugsandfreie Lücke, jenseits von der bei Zwingenberg das breite zusammenhängende Jungdünengebiet beginnt, das in der Nähe der Blockstation Tanne südlich vom Bahnhof Darmstadt-Süd endet und auf z. T. stark ausgefurchtem verlehmttem älterem Sande ruht.

Durch die Abtrennung der Jungdünen von den älteren Flug- und Flußsanden ist es auch möglich, das Alter des alten Neckarlaufes, der von Ladenburg gegen Trebur am Rheine zieht, genauer festzulegen. Er ist nämlich jünger als die Jungdünen.

Das breite alte Neckartal schiebt sich zwischen Viernheim und Weinheim zwischen das Gebirge und das von jungen Dünen durchzogene Sandgebiet der dm -Terrasse ein. Der Neckar hat hier die ihm im Wege stehenden jungen Dünen fortgeräumt und hat die Terrasse mit seinem zähen kalkreichen Schlick überzogen.

Er prallte an die noch heute vorhandene östliche Dünenkette an, die an ihrem östlichen Steilrand deutliche Erosionsspuren zeigt, breitete vor ihr den Flugsand flach aus und überzog ihn mit dünner Schlickdecke. So zieht sich das alte Neckartal in ansehnlicher Breite entlang der Bergstraße bis in die Gegend von Schwanheim und Zwingenberg, wo es sich von ihr abwendet, so daß nunmehr die jungen Dünen dicht an das Gebirge herantreten können.

d) Bedeutung der Sandbodenprofile für Land- und Forstwirtschaft.

Um den soeben dargestellten vermutlichen Verlauf der diluvialen Erdgeschichte unserer Gegend zu ermitteln, mußten Hunderte von Bodenprofilen bis zu 2 m Tiefe festgestellt werden. Dazu bedarf es aber keiner zeitraubenden und kostspieligen Einschläge. Ein Schlagbohrer von 2 m Länge leistet dasselbe weit rascher und billiger. Die mit ihm geförderten Proben genügen auch vollkommen, um den Kalkgehalt des Bodens in Krume und Untergrund im Felde qualitativ zu bestimmen.

Die so ermittelten Bodenprofile sind aber auch für den Land- und Forstwirtschaft von größter Wichtigkeit und müssen deshalb zu seiner Kenntnis gebracht werden.

Zu diesem Zweck müssen sie geordnet und irgendwie übersichtlich dargestellt werden. Den besten Ordnungsgrund aber bietet die natürliche Lagerung, in der die Erdgeschichte der Gegend zum Ausdruck kommt.

Das zunächst rein wissenschaftliche Ziel führt also zu höchst wichtigen praktischen Ergebnissen, die auf anderem als diesem Wege gar nicht zu erreichen sind. Deshalb ist besonders die Diluvialgeologie für den Bodenkunde treibenden Landwirt so wichtig. Es sei deshalb gestattet, am Schlusse

die Ergebnisse dieser Arbeit in einer Übersicht der wichtigsten Bodenprofile des Darmstädter Sandes darzustellen und daran einige praktische Schlußfolgerungen zu knüpfen. Es sind Ergebnisse von Beobachtungen, die ich bei meiner Feldtätigkeit gemacht habe.

Ich wage mich damit auf fremdes Arbeitsfeld und leite mein Recht dazu nur daraus ab, daß es bis jetzt von niemand bestellt ist. Sollte es mir aber auf diese Weise gelingen, die Anregung dazu zu geben, so ist mein Zweck erreicht.

Die Not der Zeit und die gegenwärtige Einschränkung des deutschen Volkes auf einen viel zu kleinen Raum zwingt zur größten Ausnützung des Bodens, die nur bei genauer Kenntnis seiner Eigenschaften möglich ist. Deshalb sollte kein Acker gerodet, kein Obstbaum gepflanzt, kein Wald gegründet werden ohne Berücksichtigung des Bodenprofils. Außerdem sind diese Untersuchungen nicht teuer; sie sind auch nicht mühsam und erfordern nur etwas Aufmerksamkeit. Schließlich aber sind auch die Beamten der Geologischen Landesanstalt, wenn irgend möglich, bereit, mit Rat und Tat zu helfen.

e) Sandbodenprofile der Umgegend von Darmstadt.

I. Böden mit gleichartigem Untergrund.

1. Unverlehmter Sand ohne Humus:

- a) Älterer Flug- und Flußsand . . . $\overline{Ka} S (c)$
Fest, trocken, flachgründig — ohne
Rodung nicht zu gebrauchen.
- b) Jüngerer Flugsand . . . $Ka S (c)$
Locker, trocken, tiefgründig. — Gute
Kiefern, Nuß- und Kirschbäume, Spar-
geln, Luzerne.

2. Unverlehmter Sand mit Humus:

- a) Älterer Flug- und Flußsand . . . $\frac{Ka h S (a)}{\overline{Ka} S (c)}$
Bei hohem Grundwasserstand Gemüse,
sonst wie 1 a.
- b) Jüngerer Flugsand . . . $\frac{Ka h S (a)}{Ka S (c)}$
wie 1 b.

3. Verlehmter Sand (Älterer Flug- und Flußsand):

- a) Ohne Brandlettenbildung . . . $\frac{K\check{a}f\check{e}\check{I}S (a)}{\overline{Ka} S (c)}$
Untergrund fest und trocken, Oberboden
schwach lehmig. — Kartoffeln, Korn,
Rotklee. — Für Bäume nur bei Tief-
gründigkeit günstig: Kiefern, Buchen,
selbst Fichten und Eichen; Nußbäume.
- b) Mit Brandlettenbildung . . . $\frac{K\check{a}\check{I}S (a)}{K\check{a}f\check{e}\check{I}S (b)}$
Wie 3 a. Der Brandletten bildet für die
Wurzeln kein Hindernis. Bodenwert ge-
ringer wie 3 a. $\overline{Ka} S (c)$

$$\text{c) Mit Rohhumusaufgabe} \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \frac{H(a_1)}{\overline{Ka} S(a_2)} \quad \text{oder} \quad \frac{H(a_1)}{\overline{Ka} S(a_2)}$$

$$\text{Bodenwert geringer wie 3b.} \quad \frac{\overline{Ka} S(c)}{\overline{Ka} S(c)} \quad \text{oder} \quad \frac{Ka fe \check{I} S(b)}{\overline{Ka} S(c)}$$

II. Böden mit andersartigem Untergrund.

4. Jüngerer Flugsand auf älterem Flug- oder Flußsand:

$$\text{a) auf deren alter Oberfläche} \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \frac{Ka S(c)}{Ka fe \check{I} S(a)}$$

Zwetschen, Deutscher Klee.

$$\text{b) auf deren Untergrund} \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \frac{Ka S(c)}{\overline{Ka} S(c)}$$

Luzerne. Baumwurzeln gehen in den Untergrund nicht hinein.

5. Älterer Flugsand auf verwittertem oder klüftigem Gestein:

$$\text{a) Unverlehmter Flugsand} \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \frac{\overline{Ka} S(c)}{G(a)}$$

Wenn die Bäume durch die $\overline{ka}S$ -Schicht hindurchkommen, gedeihen sie.

$$\text{b) z. T. verlehmter Flugsand} \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \frac{Ka \check{I} S(a)}{\overline{Ka} S'(c)} \quad \text{oder} \quad \frac{Ka \check{I} S'(a)}{Ka fe \check{I} S(b)}$$

Die $\overline{ka}S$ -Schicht verhindert das Eindringen der Baumwurzeln in die Tiefe.

$$\frac{\overline{Ka} S(c)}{G(a)}$$

$$\text{c) Durchaus verlehmter Flugsand} \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \frac{Ka \check{I} S(a)}{G(a)}$$

Die Baumwurzeln gehen ungehindert in die Tiefe.

Erklärung der Abkürzungen:

S = Sand, H = Rohhumus, G = Gestein, ka = kalkhaltig, l = lehmig, h = humos, fe = eisenschüssig, o = frei, v = schwach, — = stark. Ein fetter Bruchstrich trennt geologisch verschiedene Schichten; gewöhnliche Bruchstriche stehen zwischen den bodenkundlich zu unterscheidenden Unterabteilungen, die mit folgenden Buchstaben bezeichnet sind: a a₁ a₂ = Oberboden und Unterabteilungen desselben, b = Anreicherungsschicht im Oberboden, c = Unter- oder Rohboden.

Bei den hier besprochenen Bodenprofilen ist mit Ausnahme von I, 2a stets ein Grundwasserstand vorausgesetzt, dessen Spiegel so tief steht, daß er das Pflanzenleben nicht beeinflussen kann.

Das muß um so mehr hervorgehoben werden, als der Bodenwert tiefgründigen Sandes durch günstigen Grundwasserstand wesentlich erhöht wird. Das zeigt das Beispiel des Griesheimer Gemüselandes in der Nähe des alten Neckarbettes aufs deutlichste. Man spricht in diesen Fällen von schwitzendem Sand. Er kann vielleicht ein andermal behandelt werden. Hier sei nur noch hervorgehoben, daß auch im Wald der Rheinebene bei Darmstadt dieser Unterschied in sehr auffallender Weise zum Ausdruck kommt. Während die trockene Tanne das geborene Kieferngebiet ist, tritt im tiefliegenden Harres nördlich von der Griesheimer Straße infolge des hohen Grundwasserstandes, der den kalkhaltigen Sand weich und feucht erhält, schöner Mischwald mit Buchen und Eichen auf.