

Ueber Flugsandbildungen in der Rheinpfalz.

Von **Daniel Häberle.**

Gegenüber den ausgedehnten Inlanddünengebieten Norddeutschlands stehen die in Süd- und Südwestdeutschland weit zurück. Dies erklärt sich daraus, daß hier die Möglichkeit für die Entwicklung derartiger, aus weit zurückliegender Vergangenheit stammender fossiler Bildungen nicht in dem Maße gegeben war, wie in der norddeutschen Tiefebene mit ihren breiten diluvialen Talzügen, wo der Wind im Flachlande ungehindert seine Kraft entfalten konnte. Im Mittelgebirge und auf den in diese eingelagerten ebenen Flächen treten die Flugsandbildungen wegen ihrer geringen Erhebung unter einer sie verhüllenden Pflanzendecke seltener in Erscheinung, und wenn dies tatsächlich geschieht, ist ihre Feststellung vielfach einem glücklichen Zufall durch Beobachtung an meist nur kurze Zeit zugänglichen Aufschlüssen zu danken. Hieraus ergibt sich, daß nach der Anschauung mancher Forscher die Kenntnis der Binnendünengebiete noch immer mangelhaft ist.

Die Voraussetzungen für die Bildung der Inlanddünen mit ihren verschiedenen Formen sind von zahlreichen Autoren¹

¹ Ich kann hier nur die wichtigeren Arbeiten aufführen, die alle mit ausführlichem Literaturnachweis versehen sind.

H. Breddin, Löß, Flugsand und Niederterrasse im Niederrheingebiet. Geolog. Rundschau 1927, Bd. 18, S. 72—78; Jahrb. der Preuß. Geol. Landesanstalt 1925, 46, S. 635—662.

J. Högbom, Ancient Inland Dunes of Northern and Middle Europe. Geografiska Annaler 1923, V, S. 113—243.

K. Keilhack, Die großen Dünengebiete Norddeutschlands. Zeitschrift d. Deutsch. geol. Ges. Bd. 69, 1917, Monatsbericht Nr. 1—4. Mit Karte.

H. Louis, Die Form der norddeutschen Bogendünen. Zeitschr. f. Geomorphologie 1928, Bd. IV, Heft 1, S. 7—18.

F. Solger, Studien über norddeutsche Inlanddünen. Forschungen z. deutschen Landes- und Volkskunde, Bd. 19. Stuttgart 1910. Mit Angabe der älteren Literatur.

O. Wilckens, Inlanddünen. Sitz.-Ber. d. Naturhist. Ver. d. preuß. Rheinlande 1927, S. 33—39.

eingehend erörtert worden, so daß ich hier nicht besonders darauf einzugehen brauche. Im allgemeinen besteht Übereinstimmung, daß es sich hier um eine von ganz bestimmten klimatischen Verhältnissen abhängige Erscheinung handelt, die das Interesse der Geologen und Geographen in gleichem Maße in Anspruch nimmt. Unsere Inlanddünen konnten nur während einer Trockenperiode, die naturgemäß ein Verkümmern bzw. gänzlich Vergehen der Vegetation zur Folge hatte, und nur in einer Gegend entstehen, die eine dem ungehinderten Angriff des vorherrschend aus einer Richtung wehenden Windes zugängliche, mit trockenem und lockerem Sande bedeckte Fläche darbot. Nur unter diesen Bedingungen war die Bildung von Flugsandablagerungen, die gewöhnlich senkrecht zur Richtung der sie aufschüttenden Winde angeordnet sind, überhaupt möglich. Otto Wilckens stellt außerdem noch die Forderung auf, daß im Wasser abgelagerte Sande nur dann ausgeweht werden können, wenn sie zuvor durch fließendes Wasser ausgewaschen und ihrer tonigen Bestandteile und damit ihrer Bindigkeit beraubt sind.

Im Nachstehenden will ich versuchen, auf Grund vorhandener Literatur¹ und jahrzehntelanger eigener Beobachtungen einen zusammenfassenden Überblick über die auf dem räumlich beschränkten Gebiet der Rheinpfalz vorkommenden, recht verschieden gearteten Flugsandbildungen zu geben, da diese doch eine größere Verbreitung besitzen, als man gewöhnlich annimmt.

R h e i n e b e n e².

Das größte und am besten bekannte Dünengebiet Südwestdeutschlands liegt in der oberrheinischen Tiefebene. Mit ihm hat sich O. Wilckens eingehend beschäftigt und die darüber

Derselbe; Die deutschen Binnendünen. Festschrift z. Vierhundertjahrfeier d. Alten Gymnasiums zu Bremen (1528—1928), S. 462—476. Bremen 1928.

Die Literatur über Dünen ist zuletzt zusammengestellt von J. Sölich im Geograph. Jahrb. Bd. 40, 1924/25, S. 186—192. Gotha 1926.

¹ D. Häberle, Dünen in der Pfalz. Pfälz. Heimatkunde 1905, S. 106—108.

O. M. Reis, Beobachtungen über Löß und Flugsande in Franken und in der Pfalz. Geognost. Jahreshfte, 38. Jahrg. 1925, S. 279—284; 40. Jahrg. 1927, S. 151—157.

² W. Deecke, Geologie von Baden, Bd. III (Morphologie). Verbreitung der Dünen in der bad. Rheinebene S. 555—556. Berlin 1918.

vorhandene umfangreiche Literatur kritisch gewertet. Flugsandbildungen kommen zu beiden Seiten des Stroms auf der Niederterrasse vor und begleiten ihn auf lange Strecken. Auf dem rechten Ufer durchziehen sie in einem mittleren, manchmal auch unterbrochenen Streifen zwischen Rhein und Gebirge etwa von der Murg bei Rastatt bis zum Main in verschiedener Ausbildung das Flachland und erreichen eine Höhe bis zu 24 m; zuweilen bilden sie Wälle von einigen Kilometer Länge. Auf der von K. Keilhack entworfenen Karte gelangt allerdings nicht ihr ganzes Verbreitungsgebiet zur Darstellung. Wenn die Dünenzüge auch nicht ganz gleichmäßig orientiert sind, so ist ihr Steilabfall vorwiegend nach Nordost gerichtet, so daß ihre Entstehung auf westliche Winde zurückzuführen ist.

Da die Dünen auf der Niederterrasse sich ausdehnen, sind sie jünger als diese, aber älter als die heutigen Flußläufe, so daß O. Wilckens für sie ein altalluviales Alter annimmt. Ihre Entstehung ist dadurch zu erklären, daß mit dem Einschneiden des Rheins in seine eigenen Ablagerungen und mit der Herausbildung der seine Aue begleitenden Hochufer sich auch der Grundwasserspiegel in den anstoßenden Teilen der Rheinebene senkte. Dadurch wurden die Aufschüttungen der Niederterrasse, die wir uns als ein von zahlreichen verlandeten Rheinarmen durchfurchtes Überschwemmungsgebiet vorstellen müssen, trocken gelegt. Darauf begann der Wind bei dem damals fehlenden Pflanzenwuchs auf den kahlen Flächen den Sand auszublasen und aufzuhäufen. Sie müssen noch in der Bronzezeit in Bildung bzw. Umlagerung begriffen gewesen sein, da W. Spitz in einer Kulturschicht der Dünen bei Ladenburg Artefakte aus dieser Kulturperiode in meiner Gegenwart fand¹.

C. W. v. Gümbel, Blatt Speyer der geognost. Karte von Bayern (XVIII). Mit Erläuterungen. (Dünenbildungen S. 76.) Cassel 1897.

O. M. Reis, Flugsandbildungen der Hochterrassenzeit im Bereich des Blattes Speyer der Karte 1:100 000. Geognost. Jahreshfte 1923, 35. Jahrg., S. 138—142.

Derselbe, Über Böden, Gesteine und ihre Lagerung im Blatt Speyer. Geognost. Jahreshfte, 36. Jahrg. 1923, S. 103—130.

O. Wilckens, Die oberrheinischen Flugsande. Geolog. Rundschau, 17a (Steinmann-Festschrift) 1926, S. 555—597.

¹ W. Spitz, Eine bronzezeitliche Kulturschicht und das Alter der Dünen in der nördlichen oberrheinischen Tiefebene. Ber. d. Oberrhein. Geol. Ver. 43. Vers. zu Bad Dürkheim 1910, S. 18—24.

Auf dem linksrheinischen pfälzischen Ufer treten Flugsandbildungen ebenfalls auf der Niederterrasse z. B. im Bienwald, sowie im Germersheimer-, Speyerer- und Schifferstadter Wald vielfach als kleine Hügelgruppen auf, erreichen aber selten mehr als 1,50 m Höhe. Entgegen der Darstellung von C. W. v. Gümbel in den Erläuterungen zu Blatt Speyer (S. 76), wo in einer Fußnote bereits auf die ungenaue Darstellung der Form der Dünen auf dem Kartenblatt hingewiesen wird, sieht E. Löffler (S. 62) in den Flugsandbildungen im Streitwalde bei Speyer einen südwest-nordöstlich angelegten Zug von Parabeldünen und nimmt für deren Entstehung eine aus Westen wirkende Kraft des Windes an. Der auf Blatt Speyer zwischen Dudenhofen und Speyer angegebene Flugsand ist nach O. M. Reis (S. 141) kein eigentlicher Flugsand, sondern sandiger Löß. Auch auf der bis fast an den Haardtrand reichenden Niederterrasse ziehen Flugsande in westöstlicher Richtung z. B. bei Hanhofen, Maxdorf u. a. O., die teilweise von Löß überlagert sind. Aus der Gegend zwischen Venningen und Kirrweiler beschreibt O. M. Reis (S. 138—139) auch Flugsandbildungen der Hochterrassenzeit.

Westpfälzische Moorniederung¹.

Ein anderes gut bekanntes Flugsandgebiet befindet sich in der Westpfälzischen Moorniederung, das von O. M. Reis eingehend beschrieben worden ist. Dieser gewissermaßen als etwas Fremdartiges mitten in ein fruchtbares Gebiet eingelagerte Strich stellt trotz seiner Ausdehnung im Buntsandstein doch eine selbständige natürliche Landschaft dar. Sie bildet den mittleren Teil einer breiten Talung, die von den südlichen Ausläufern des Mainzer Beckens aus der Donnersberggegend als deutliche Scheide zwischen dem Buntsandsteingebiet des Pfälzerwaldes und dem

¹ D. Häberle, Die Westpfälzische Moorniederung. Hettner-Festschrift S. 19—32. Mit weiteren Literaturangaben. Breslau 1921.

A. Leppla, Die Westpfälzische Moorniederung. Sitz.-Ber. d. math.-physikal. Kl. d. Akad. d. Wissensch. München 1886, S. 137—182.

Eugenie Löffler, Die Oberflächengestaltung des Pfälzer Stufenlandes. Forsch. z. deutschen Landes- und Volkskunde, Bd. 27, Heft 1. (S. 61—64 Dünenformen mit Grundriß.) Stuttgart 1929.

O. M. Reis, Dünen in der Westpfälzischen Moorniederung. Geognost. Jahreshefte, 12. Jahrg. 1899, S. 23—26 und 36. Jahrg. 1923, S. 145; Erl. z. Blatt Zweibrücken S. 153—154.

Permokarbon des Nordpfälzer Berglandes in südwestlicher Richtung nach dem Saargebiet zieht. Allerdings ist diese Talung nicht gleichmäßig ausgebildet; während sie nämlich in ihrem östlichen Teile bis in die Gegend von Kaiserslautern mehr den Charakter einer von Höhen begleiteten Hochfläche besitzt, die uns noch besonders beschäftigen wird, nimmt sie bei dieser in die Lauterer Senke eingelagerten Stadt eine ausgesprochene Muldenform an. Nur durch einen schmalen Rücken wird sie von der eigentlichen Moorniederung getrennt, die dann als breite, langgestreckte Mulde deren Fortsetzung bildet. Darauf folgt wieder eine deutliche Talung, die am Bliesberger Hof vorbei über Kirkel—Rohrbach—St. Ingbert weiter nach Westen gegen die Saar zieht. Die Moorniederung dehnt sich also, wenn auch mit Unterbrechungen, aus der Gegend von St. Ingbert im Westen verbreiternd bis nach Mackenbach, Rodenbach und Siegelbach im Osten aus, hält aber doch die Richtung SW—NO ein.

Auf ihrer ganzen Ausdehnung wird die Mulde von meist steilen südlichen und sanft ansteigenden nördlichen Rändern begleitet, die in ein flachwelliges Hügelland übergehen (Unterer Buntsandstein, Oberrotliegendes). Diese Talung (mittlere Meereshöhe etwa 240 m) stellt in der Hauptsache wahrscheinlich eine alte Abtragungsrinne bzw. einen diluvialen oder noch älteren Talzug auf der Regenseite des Pfälzerwaldes zwischen dem Buntsandstein und dem permokarbonischen Pfälzer Sattel dar. Die in ihr sich sammelnden Gewässer brachten Schutt- und Sandmassen, die ausgewaschen (Tonlager beim Einsiedlerhof, Ramstein u. a. O.) und in einer Periode trocknen Klimas vom Wind bearbeitet (Windkanter)¹ und ausgeblasen wurden. Die Niederung ist also ein deutliches Auswaschungsbecken, dessen ausgewaschenen Talsande vom Winde teils ausgeräumt und an den Rändern zu Dünen aufgehäuft, teils an einzelnen über ihrem Boden zerstreuten Diluvialinseln angeweht wurden. Daher kam es auch, daß die Flugsandbildungen in Form und Verteilung durch den Untergrund beeinflußt werden. Ihre Verbreitung ist durch die Richtung der nach Westen und Nordwesten offenen Niederung bestimmt; da diese von SW nach NO zieht, sind auch die Dünen in dieser Richtung gestreckt und namentlich

¹ D. Häberle, Windkanter aus der Westpfälz. Moorniederung. Ber. d. Oberrh. Geol. Ver. 1909, S. 104—109.

am Ostrande strichförmig in Längszügen angeordnet. Hieraus ergibt sich, daß vorwiegend westliche Winde die Dünen geschaffen haben müssen. Sie konnten natürlich nur entstanden sein, bevor das Moor sich bildete; die folgende kühlere und feuchtere Periode setzte der Dünenbildung ein Ziel. In dieser überzog sich die Talung mit einer Torfdecke: die Vermoorung ist demnach jünger als die Flugsandbildung, so daß diese jetzt in oder an dem vertorften Auswehungsbecken liegen und darüber auch als Kuppen und Rücken („Schachen“) herausragen. Ebenso wie bei den in der Nähe von Ladenburg auftretenden Dünen läßt sich auch ihr Alter aus den 10—12 Fuß unter dem Torf in Sand- und Lettenschichten gemachten Funden jungneolithischer Werkzeuge ungefähr bestimmen: die Bildung des Torfes mag dort vor etwa 9000 Jahren begonnen haben¹. Manche dieser Dünen sind bereits für bauliche Zwecke bzw. bei den fortschreitenden Kultivierungsarbeiten zur Auffüllung von Torfländereien oder auch, soweit sie durch Humussäure entfärbt sind, als Glassand zu industriellen Zwecken abgetragen und somit ganz verschwunden, andere gehen diesem Schicksal entgegen, so daß die Niederung in absehbarer Zeit ihres eigenartigen Charakters entkleidet sein wird.

Auch in dem nördlich der Bruchniederung sich ausbreitenden flachhügeligen Reichswald treten zahlreiche Dünen auf, in besonders deutlicher Ausbildung bei Mackenbach, wo sie wegen ihrer eigentümlichen Anordnung im Volksmund den Namen „Schanzen“ führen. Andere Dünenfelder liegen am Fuße des Leiterberges und an der Weilerbacher Straße, sowie im Ramsteiner Reichswald. Nach den Untersuchungen von E. Löffler (S. 62) sind es in größerem Rahmen entwickelte Bogendünen mit steilem Abfall nach O bzw. ONO, von denen sie einige Grundrißskizzen gibt; aus ihnen soll nach ihrer Darstellung deutlich der Charakter als Parabeldünen hervorgehen.

Von gleichem Alter ist auch das große Dünenfeld etwas nördlich der Moorniederung an den nach Norden abfallenden Hängen des Tränkwaldes bei Rodenbach neben der Straße nach Siegelbach (Waldabteilung „Sandhübel“), wo im Jahre 1907 in einer in den Dünen angelegten Sandgrube eingela-

¹ D. Häberle, Über das Alter des Landstuhler Bruches und über Artefaktenkunde in Torfmooren. Pfälz. Heimatkunde 1908, S. 99—101.

gerte Humusstreifen angeschnitten wurden, die dafür sprechen, daß die Flugsande bei ihrer Bildung noch Verwehungen und Umlagerungen ausgesetzt waren. Ihr Material stammte zweifellos aus der dem Dünengelände nördlich vorgelagerten, vom Bruch- und Rodenbach durchflossenen Mulde, so daß wahrscheinlich mehr nordwestliche Winde sie angehäuft haben werden. Aus den Humusstreifen habe ich damals primitive Tonscherben, Feuersteinsplitter usw. aufgesammelt, die aber seitens des Historischen Museums der Pfalz zu Speyer mangels charakteristischer Merkmale nach ihrem Alter nicht näher bestimmt werden konnten¹.

In ungefähr gleicher Entfernung wie diese treten auch südlich der Moorniederung, dort wo die Straße von Kaiserslautern nach Hohenecken oberhalb des Weihertals die Paßhöhe erreicht, deutliche Dünen auf, die sich am Gchänge hinauf ziehen; einzelne davon wurden beim Bau der Eisenbahn Kaiserslautern—Biebergmühle angeschnitten. Sicher sind in jener Gegend noch weitere Dünen im Walde versteckt; ihr durch Westwinde hierher getragenes Material wird aus der Moorniederung bzw. aus den sich südlich daran anschließenden flachen Mulden stammen.

Interessant ist die von O. M. Reis (S. 24) beschriebene Karneol- und Kieswüste südlich vom Königsbruchhof mit ihren typischen Windkantern, die auch sonst an einigen Stellen in den Dünen der eigentlichen Niederung von mir gefunden worden sind². Bei dem am westlichen Rande der Moorniederung gelegenen Bliesberger Hof kann es noch jetzt auf den sterilen, vegetationsarmen flachen Dünen zu Sandtreiben und Sandverwehungen in kleinerem Umfange kommen, wenn in Trockenperioden der Pflanzenwuchs gestört wird.

Lauterer Senke.

Wie bereits oben erwähnt, nimmt die in den Mittleren Buntsandstein eingelagerte Lauterer Senke einen Teil der großen die Pfalz in der SW—NO Richtung durchziehenden Talung ein und bildet die unmittelbare, nur durch eine niedrige Bodenschwelle geschiedene, mehr buchtähnliche, allerdings schmalere Fortset-

¹ D. Häberle, Dünen bei Rodenbach. Pfälz. Heimatkunde 1908, 23—24.

² D. Häberle, Windkanter aus der Westpfälz. Moorniederung. Ber. d. Oberrhein. Geol. Vereins 1909, S. 104—109.

zung der Moorniederung. Wir dürfen daher für sie in geologischer Vergangenheit dieselben Verhältnisse voraussetzen wie für jene: eine flache, mit ausgewaschenem lockerem Sande und mit einzelnen Tonlagern bedeckte Mulde, aus der ebenfalls in einer Trockenperiode der Sand ausgeblasen wurde. In unmittelbarer Umgebung der Stadt lassen sich allerdings Flugsandbildungen jetzt nicht mehr nachweisen, da das Gelände bis dicht an die umgrenzenden Höhen bebaut ist. Wohl aber treten östlich und westlich der Stadt kleinere Tonlager („Lettenkauten“ beim Waldfriedhof und beim Tierhäuschen) auf, die wohl ihren Ursprung in dem tonigen Bindemittel des Buntsandsteins haben und aus dem verschwemmten Detritus des alten Talbodens stammen.

Für die ausräumende und abschleifende Tätigkeit des Windes in unserem Gebiet haben wir aber doch einen sicheren Beweis, nämlich die Maulwurfshaufen-ähnlichen, aus festeren Felsbänken bestehenden, isolierten Erhebungen und Rücken, wie sie in gleicher Ausbildung auch in der Moorniederung („Scha chen“) auftreten. In erster Linie ist zu nennen der östlich der Stadt gelegene, als Zeuge weit rückliegender geologischer Vorgänge unter Naturschutz gestellte Peterskopf, während die weiter westlich sich anschließenden und dem Gefälle entsprechend etwas tiefer gelegenen, später beim Eintritt eines feuchteren Klimas in Sumpf und Torf ertrunkenen Erhebungen sicheren Baugrund bzw. willkommene Stützpunkte für die nach und nach über die Niederung sich ausdehnende Stadt abgaben. Auf solchen insel förmigen Felskernen und Kristallisationspunkten erheben sich z. B. die Franziskaner Kirche, die Stiftskirche, der Alten Hof u. a.

Wenn wir aber von Kaiserslautern etwa 3 km auf der Hochspeyerer Straße nach Osten wandern und bei den ausgedehnten Kasernenanlagen den Wald erreichen, treffen wir bald ein Landschaftsbild, dessen Züge aus früherer Zeit herrühren. Die Lauterer Senke endet hier mit einer in den Mittleren Buntsandstein eingelagerten, von den Höhen des Kahlenbergs, Langenbergs, Queidersberg und Rummels umgrenzten und gegen die Wasserscheide nach Osten auslaufenden, vielfach gegliederten Bucht, die unruhige Geländeformen aufweist. Diese treten auch auf Meßtischblatt 21 (Kaiserslautern) östlich vom Waldfriedhof auf dem Gebiet zwischen der uralten Matzenbergerstraße, den Militärschießständen und der Hochspeyerer Straße, namentlich in der

Waldabteilung „Erdbeerhügel“ (250—255 m) deutlich in Erscheinung. Es sind unregelmäßige Kleinformen, die sich auf dem Waldboden erheben oder an die sanftgeböschten Hänge anlehnen, bald als kleine unansehnliche Buckel und Kuppen, bald als abgerundete oder flach-schildförmige Erhebungen, die prähistorischen Grabhügeln täuschend ähnlich sehen, bald als längliche, W—O gestreckte Rücken, die dem ohnehin nicht ganz ebenen bzw. gegen die umgebenden Höhen ansteigenden Gelände einen wellig-hügeligen Charakter verleihen. Dieser macht sich jedoch wegen der Waldbedeckung nicht besonders bemerkbar, da letztere ohnehin die Formen stark verwischt. Wenn man aber diese Hügel näher untersucht, dann zeigt es sich, daß einzelne aus festeren Gesteinsresten, andere dagegen unter einer schützenden Humusdecke von 20—30 cm aus reinen fleischfarbenen Sanden bestehen. Ihre eigentliche Beschaffenheit läßt sich nur dann unzweifelhaft feststellen, wenn sie durch Sandgruben oder Wegebauten angeschnitten sind oder Maulwürfe darin ihr Wesen treiben. Sie entpuppen sich dann als ausgesprochene Flugsandbildungen, deren Natur an ihre Zusammensetzung aus lockeren Sanden unschwer erkannt wird.

So kommen fleckenweise unmittelbar neben steinigen Hügeln auch fossile Dünen ohne gesetzmäßige Anordnung nach einer bestimmten Richtung vor, doch läßt sich ihr innerer Aufbau mangels geeigneter Aufschlüsse nur ganz selten feststellen. Auch ihre Grundrißform ist sehr wechselnd; meist zeigen sie einen mehr oder weniger ovalen Grundriß, der von der Breitenausdehnung abhängt, ebenso verschiedene Formen der Oberfläche und der Böschung. Einzelne größere dieser Flugsandbildungen wurden oder werden noch jetzt als Sandgruben für die verschiedensten Zwecke benützt, andere wurden beim Bau der Militärschießstände angeschnitten bzw. eingeebnet. Eine ursprünglich etwa 50 m breite, 120 m lange und 2 m hohe Düne dicht neben der Matzenbergerstraße ist zur Sandgewinnung heute vollständig abgetragen und eingeebnet, doch läßt sich ihre Natur an der Südwestecke noch deutlich erkennen. Manche Dünen sind auf diese Weise schon gänzlich verschwunden; ich kann mich aus meiner Jugend noch gut erinnern, daß in der Nähe des heutigen Waldfriedhofes einige Ton- und Sandgruben unweit voneinander ausgebeutet worden sind, von denen man jetzt kaum noch eine Spur sieht.

Wohl die größte und deutlichst ausgeprägte fossile Düne in diesem Gebiet befindet sich nördlich von der Hochspeyerer Straße, wo von dieser bei km 4,4, kurz bevor sie nach OSO eine schwache Krümmung macht, in der Nähe des Pflanzgartens ein Waldweg links abzweigt. Verfolgt man diesen etwa 300 m aufwärts, dann gelangt man in schwacher Steigung an eine Sandgrube, durch die eine parallel der Straße, also etwa WO ziehende Düne unter ganz geringer Humusdecke in einer Breite von etwa 40 m und einer Höhe von 4 m angeschnitten ist. Sie steigt in einer Länge von etwa 300 m als mächtiger Wall an dem nach W offenen Gehänge an und ist auch an ihrem oberen Ende durch eine zweite Sandgrube aufgeschlossen, deren Rückwand etwa 5 m hoch ist. Eine ihr parallel verlaufende Bodenschwelle gegen die Hochspeyerer Straße weist größere Steine auf, ist also nicht vom Wind aufgeschüttet. Auf Meßtischblatt Hochspeyer (Nr. 22) ist diese Düne ganz am Blattrand, wo der oben erwähnte Waldweg von der Straße abzweigt, als ovaler Hügel in einer Meereshöhe von 270 m eingetragen. Bei dieser Düne ist noch als Besonderheit hervorzuheben, daß ihrem unteren Teile in der Nähe des ersten Aufschlusses eine unmittelbar an ihre noch unberührte Böschung anstoßende, etwa 60 m lange abflußlose, mit üppigem Heidekraut bewachsenen Mulde in westöstlicher Richtung folgt, die evtl. einen Windkolk darstellen könnte; für eine alte Sandgrube möchte ich sie schon wegen ihrer bedeutenden Längsausdehnung nicht ansehen. Die beiden Aufschlüsse ließen bei meinem Besuch im Oktober 1929 trotz des ständig herabrieselnden lockeren, völlig geröllfreien, fleischfarbenen Sandes von etwa 0,3 mm Korngröße eine deutliche Schichtung, vorwiegend parallel der Oberfläche, oder auch in sattelförmiger Lagerung erkennen.

Diese Dünenbildungen in der Waldabteilung Erdbeerhügel haben wohl gleiches Alter wie die in der Moorniederung und verdanken auch denselben Kräften ihre Entstehung. Der aus der Lauterer Senke ausgewaschene Detritus gelangte teils als Ton zur Ablagerung („Lettenkauten“ zwischen Waldfriedhof und Erdbeerhügel), teils wurde er vom Wind als lockerer Sand aufgewirbelt und in die Talbucht hineingetragen, wo er sich sowohl in ihrem flacheren Teile als auch an den Hängen niederschlug und allmählich aufspeicherte. Da der Wind in die nach W offene, sonst aber von Höhen begrenzte Talbucht direkt hinein-

wehte, fand kaum eine lokale Ablenkung, wohl aber in deren Hintergrund eine Stauung statt: er mußte nach oben ausweichen und wegen Verringerung seiner Transportkraft den mitgeführten Sand fallen lassen. Den ersten Anstoß für die Flugsandanwehungen gaben wohl natürliche Bodenunebenheiten, mögen es einzelne Steine oder kleine Erderhöhungen, oder durch den Wind aus dem Zusammenhang gelöste Gesteinspartien, oder noch andere Hindernisse, die als Sandfänge gewirkt haben, gewesen sein; möglicherweise sitzen einzelne Dünen sogar auf einem Steinkern auf. Es ist auch anzunehmen, daß der Wind auf dem damals vegetationsfreien Boden eine starke korrodierende Wirkung entfaltet und zur Herausarbeitung mehrerer, in der Nachbarschaft auftretender, einzelstehender Felsen (Totenkopf, Beilstein, Bockenbergl) beigetragen hat, wie dies bis zu einem gewissen Grade auch für das Felsenland des südlichen Pfälzerwaldes angenommen wird.

Diese Dünen sind in der Folgezeit unter dem Einfluß eines feuchteren Klimas ebenfalls zur Ruhe gekommen und durch Bewachsung festgelegt worden; etwaige Windschliffe sind wohl unter der heutigen Vegetationsdecke begraben.

Hochfläche Alsenborn — Enkenbach — Mehlingen — Baalborn — Sembach.

Auch diese Hochfläche liegt in der Richtung der obenerwähnten, die Pfalz durchziehenden Talung, deren allerdings ausgesprochensten Teile die Moorniederung und die Lauterer Senke darstellen. Von letzterer wird sie durch den entlang einer SO—NW verlaufenden Verwerfung herausgehobenen Queidersberg und Langenberg geschieden. Im allgemeinen bildet sie eine von seichten Mulden und nur wenig eingetieften Tälern und Tälchen gegliederte und daher sanftwellige Fläche, die bei der einheimischen Bevölkerung wegen der sie umgebenden bewaldeten Höhen von altersher den bezeichnenden Namen „Der Kreis“ führt. In der Hauptsache breitet sie sich über den unteren Hauptbuntsandstein (Trifelsschichten) aus, während die oben genannten Höhen in die darüberfolgenden, ebenfalls dieser Stufe angehörenden Rehbergschichten hineinragen. Weiter nach Norden greift die Hochfläche auf Unteren Buntsandstein und Oberrotliegendes über, fällt also nicht mit einer Schichtfläche zusammen, sondern erstreckt sich über die Schichtenköpfe hinweg und schneidet sie,

so daß wir es mit einer ausgedehnten Gleichgewichtsfläche zu tun haben, die in zurückliegenden Zeiten der Abtragung und Einebnung unterlag.

Wie die geologische Karte (Bl. Donnersberg und Speyer) ausweist, breiten sich auf der Hochfläche beim Fröhnerhof, bei Baalborn, Sembach, Neukirchen, Enkenbach, Alsenborn, Daubendornerhof, Harzthalerhof, Hochspeyer usw. größere und kleinere Löß- und Lehmflecken aus, die dort das frühere Cisterzienser Kloster Otterberg zu Rodungen veranlaßt haben und jetzt einem ergiebigen Ackerbau dienen, während die dazwischen liegenden sandigen, früher ebenfalls landwirtschaftlich benutzten, aber unter den gegenwärtigen Verhältnissen nicht mehr die Bewirtschaftung lohnenden Striche, soweit sie ohnehin nicht von Wald bedeckt sind, vielfach wieder aufgeforstet werden.

In diesem Gebiet treten an mehreren Stellen Flugsande auf, meist in Form flacher Hügel, deren Natur sich wegen der Waldbedeckung erst durch darin angelegte Sandgruben ergibt. Solche Bildungen habe ich beobachtet westlich vom Drehentalerhof bei Höhe 328 m in der Nähe des Grenzsteins Nr. 6 (Sandgrube). Ein anderes großes Dünenfeld liegt gegenüber dem Niedermehlingerhof am flachen Nordabhang des mit Kiefern bestandenen Belzenbergs. Hier sind sogar hintereinander drei typische Dünenzüge entwickelt, in denen prähistorische Funde gemacht wurden (König, Römische Denkmäler, S. 149). Die am tiefsten liegende Düne ist etwa 2 m hoch, die nächste 1 m, die dritte 0,5 m, so daß ein deutliches Abklingen besteht. Daran schließen sich weiter westlich andere, aber regellos angeordnete Sandanwehungen, die seit langer Zeit als Sandgruben benutzt werden und ein gesuchtes Baumaterial abgeben; von der früher beliebten Verwendung als Zimmerstreusand ist man unter den fortgeschrittenen Lebensverhältnissen abgekommen. In diesen Aufschlüssen war nach meinen Beobachtungen im Jahre 1905 etwa 1 m unter der jetzigen Oberfläche und etwa 2 m über dem ursprünglichen, an seiner dunkleren Färbung kenntlichen Untergrund eine 15 m starke Humusschicht zwischen den Sandmassen eingelagert. Es hat also eine Unterbrechung in der Aufschüttung und während derselben eine Vegetationsentwicklung stattgefunden.

Andere Dünengebiete befinden sich nördlich und südlich vom Daubendornerhof bei Enkenbach, dessen eigenartigen

Verhältnisse mir deshalb besonders vertraut sind, da ich dort geboren bin und über viele jahrzehntelange Beobachtungen verfüge. Das erstere liegt oben am Nordhang des Egerstales über der Eisenbahnstrecke Kaiserslautern—Enkenbach im Enkenbacher Wald auf etwa 300 m Meereshöhe, wo das Blatt Kaiserslautern 1 : 50 000 „Heidenhügel“ aufweist. Es sind dies flache, unregelmäßig verteilte Hügel, in denen früher Sand gegraben wurde; sie unterscheiden sich von den etwas weiter südöstlich gelegenen prähistorischen Grabhügeln nur dadurch, daß sie nicht wie diese aus Lesesteinen zusammengetragen, sondern äolischen Ursprungs sind.

Südlich vom Daubenbornerhof treten im Walde rechts und links des Enkenbacher Grenzweges bis zum Brunntal hin auf fast ebenem Gelände neben aus Gesteinstrümmern bestehenden Erhebungen ebenfalls niedrige flache Hügel in unregelmäßiger Verteilung auf, deren Entstehung und eigentliche Natur, ähnlich wie bei denen am Erdbeerhügel bei Kaiserslautern, unter der Waldbedeckung erst dann in Erscheinung treten, wenn sie als Sandgruben benutzt werden. Mehrere davon, in denen ich schon vor 60 Jahren als Kind gespielt habe, sind auf diese Weise im Laufe der Zeit ganz abgetragen und ihre Stelle mit Wald angelegt worden, andere sind noch in Benützung. An einer Stelle dicht beim Hofe auf dem Daubenplatz (290 m) geht die Sandgewinnung hinter einer Schwelle von anstehendem schieferigem Sandstein auf ebenem Gelände sogar etwas in die Tiefe. Ich habe den Eindruck, als ob der deutlich horizontal geschichtete äolische Sand hier in eine vorhandene Hohlform hineingedrängt sei, sich flächenhaft darin ausgebreitet und die Unebenheiten seiner Unterlage ausgeglichen habe.

Auf dem dahinter im Enkenbacher Hinterwald ansteigenden Gelände würde niemand unter der dichten Wald- und Humusbedeckung Flugsandbildungen vermuten, wenn diese nicht beim Fuchsgraben angeschnitten worden wären; sie sind hier mehr deckenförmig ausgebreitet und so einer unmittelbaren Beobachtung entzogen.

Die vorstehend beschriebenen Flugsandbildungen sind im allgemeinen alle in westöstlicher Richtung angeordnet und treten vorwiegend dort auf, wo das Gelände flach ist oder nach Süden ansteigt. Daraus ergibt sich, daß sie von in gleichmäßiger Stärke

aus offenen Landstrichen wehenden westlichen bis nordwestlichen Winden angehäuft worden sind.

Nun entsteht die Frage: wie sind diese Dünenbildungen auf der Hochfläche zu erklären, wo keine früher von größeren Wasserläufen durchflossenen Täler vorhanden sind, aus denen ausgewaschener Sand hätte verweht werden können? Die Antwort hierauf dürfte folgende, von mir wiederholt gemachte Beobachtung, die ich mir früher nie recht erklären konnte, geben. Der Bau der Eisenbahnstrecke Eselsfürth—Enkenbach machte in der Daubenborner Gemarkung zwei größere Einschnitte notwendig, bei denen sich ergab, daß unter der etwa 1—2 m mächtigen, alle vorhandenen Unebenheiten der Oberfläche ausgleichenden Lößdecke eine etwa handhohe Kies-schicht (6 cm), bestehend aus hellen und dunklen Quarziten, über schieferigem Sandstein sich ausbreitet. Dieselbe Erscheinung beobachtete ich vor einigen Jahren auch in den beim Eisenbahnbau Enkenbach—Eisenberg im Lößgebiet östlich von Alsenborn entstandenen Aufschlüssen. Ferner wurde beim Ausschachten des Reservoirs für die Wasserleitung auf der den Daubenbornerhof westlich beherrschenden Hochfläche (286 m) durch die bauausführende Firma folgendes Profil von unten nach oben festgestellt:

Schieferiger Sandstein (unten).

0,06 m Geröllage aus weißen, grauen und braunen Quarziten bis zu 3 cm Durchmesser.

0,45 m Reiner Lehm (wohl entkalkter Löß?), von dünnen Sandlagen durchsetzt und unregelmäßig nach oben begrenzt.

1,70 m Reiner Lehm (oben).

Nach diesem Aufschluß waren also Lehm und Sand in der unteren Lage miteinander verzahnt und vermischt.

Diese eigentümliche, allen Unebenheiten sich anschmiegende Kieslage auf den schieferigen, geröllführenden Sandsteinen gibt nach meiner Auffassung die Erklärung für die Entstehung der Flugsandbildungen auf unserer Hochfläche. Ich stelle mir vor, daß diese in der damaligen Zeit dem unmittelbaren Einfluß der Atmosphärien (Insolation, Spaltenfrost) ausgesetzten, verhältnismäßig leicht zerfallenden, schieferigen Sandsteine das Muttergestein der Flugsande darstellen und dafür das Material geliefert haben. Im vorliegenden Falle wären sie also nichts an-

deres, als das Ergebnis einer starken mechanischen Gesteinszerstörung. Der gelöste Schutt und Grus wurden ein Spiel der über die Höhen in niedriger Lage ungehemmt hinwehenden Winde, die auf der nackten sterilen Fläche ihre volle Kraft entfalten konnten. Nicht nur die gelockerten Gesteinstrümmer wurden von ihnen fortgefegt, zerkleinert, noch weiter zerrieben und von dem verkitteten Ton befreit, sondern auch das anstehende Gestein durch Sandschliff flächenhaft bearbeitet und abgetragen, wobei widerstandsfähigere Partien als Unebenheiten und Sandfänge bestehen blieben. Nach Ausblasen der leichteren Bestandteile mußten dann die ursprünglich in den Sandsteinschiefern eingebetteten Gerölle als grobe Rückstände zurückbleiben. Die mit liegengebliebenen, weißen und braunen Quarziten bedeckte und jetzt von verlehmtem Löß überlagerte frühere Oberfläche des Buntsandsteins mag ungefähr dasselbe Bild geboten haben, wie es Ch. F. Shaw als „desert pavement“ im Gegensatz zum „erosion pavement“ als Wirkung der Winderosion in Trockengebieten (Kieswüsten, Sserir) beschreibt¹. Da die Höhe des Kieslagers etwa 6 cm beträgt, dürfte die Mächtigkeit der abgetragenen Sandsteinschiefer nach ihrer gewöhnlichen Geröllführung auf etwa 3 m anzunehmen sein².

Der vom Wind über die Hochfläche getriebene Sand hat sich dann an den von der Natur gegebenen Hindernissen angehäuft und zwar meist in Gehängelagerung. Wir können daraus schließen, daß der Wind hier beim Aufsteigen durch Reibung an seiner Tragkraft einbüßte und den über die Hochfläche bis dahin mitgeführten Sand nicht weiter verfrachten konnte. Aus diesem

¹ Ch. F. Shaw, Erosion pavement. Geographical Review (New York), Oktober 1920, S. 638—641. Mit 5 Abb.

E. Blanck und S. Passarge, Die chemische Verwitterung in der ägyptischen Wüste. Abhandl. d. Hamburgischen Universität aus dem Gebiet der Auslandkunde, Bd. 17, Reihe C. Naturwissenschaften. Bd. 6. Hamburg, Friederichsen & Co. 1925.

Kirk Bryan, Wind erosion near Lees Ferry (Arizona). American Journal of Science, Bd. VI, S. 291—307. Oktober 1923. Mit umfangreichem Literaturverzeichnis.

² Dieses Kieslager erinnert an die von O. M. Reis (S. 24—25) beschriebene Karneol- und Quarzkies-Wüste am Kehrberg-Vorberghang beim Königbruchhof am südlichen Rande der Westpfälz. Moorniederung, welche er, da die windgeglätteten Stücke auf nacktem Buntsandstein aufliegen, als Auflösungsrückstand ansieht.

Grunde möchte ich annehmen, daß auch am Ostrand der flachen, etwas vertorftten Mulde, in welcher das Dorf Alsenborn liegt, gegen den Schorlenberg zu Flugsandbildungen als Randerscheinungen zu finden sein werden, da am gegenüberliegenden Rande der Talbucht die oben erwähnten Kieslager unter der Lößdecke auftreten.

Wenn meine Auffassung über die Entstehung der Flugsande im vorliegenden Falle zutreffend ist, wäre auch das Alter der Lößablagerungen auf der Hochfläche bestimmt: sie müssen jünger sein als die Sandverwehungen, da das darunter befindliche Kieslager von mir als Rückstände der ersteren angesehen werden. Das gegenseitige Altersverhältnis zwischen diesen äolischen Bodenbildungen ist ja von jeher eine viel erörterte Streitfrage, bei der die Ansichten immer noch auseinander gehen. Während unser nicht von Löß überlagerter Flugsand wohl aus einer benachbarten, der Zerstörung unterworfenen Gesteinsoberfläche herrührt und mehr oder weniger an Ort und Stelle aufgehäuft wurde, stammt die Lößdecke, die fleckenweise den Pfälzerwald in wechselnder Meereshöhe bekleidet, wohl aus größerer Entfernung. Ich kann mir nicht vorstellen, daß der Pfälzerwald in seinen höher gelegenen Teilen jemals eine weitreichende Überdeckung mit Löß besessen habe und daß sich deren Auflösung durch Wegblasung oder Abspülung erklären lasse.

Wo ist nun das Gebiet zu suchen, aus dem der Löß stammt? Im Osten kann es nicht gut gelegen haben, da die Lößvorkommen auf den Höhen des Pfälzerwaldes gegen die Rheinebene hin immer mehr abklingen und schließlich ganz verschwinden. Das Auswehungsgebiet ist vielmehr im Nordwesten, jedoch in größerer Entfernung zu suchen und zwar wahrscheinlich im Permokarbon des Nordpfälzer Berglandes, dessen kalkhaltige Böden als Lieferanten anzusehen sind. Sie wurden durch spätere, vielleicht schon abflauende Luftströmungen aufgewirbelt und weiter getragen, bis sie schließlich als Löß zum Absatz gelangten. Allerdings muß ich gestehen, daß mir bis jetzt in unserem Gebiet noch keine Überlagerung von Flugsand durch Löß bekannt ist.

Pfälzerwald.

Die bisher beschriebenen Flugsandbildungen in der Rheinebene, Moorniederung, Lauterer Senke und auf der Hochfläche

bei Enkenbach sind vorwiegend an diluviale Talzüge gebunden oder treten in Gegenden auf, wo der Wind in einer Trockenperiode auf nacktem Boden ungehemmt seine Kraft entfalten konnte. Bei den drei zuletzt genannten Strichen steht ihre Richtung auch mit dem Zuge der Moorniederung und ihrer Fortsetzung nach NO im Zusammenhang. Im Buntsandsteingebiet des Pfälzerwaldes mit seinen tiefeingeschnittenen Tälern sind, wenn man von den nördlich und südlich der Moorniederung im Reichswald und Hoheneckerwald auftretenden Dünen, die eigentlich auch im Bereich des ausgedehnten Pfälzerwaldes liegen, absieht, die Bedingungen für die Entwicklung von Flugsandbildungen nicht besonders günstig, doch kommen sie auch in dessen anderen Teilen vereinzelt vor. In den Waldungen, namentlich in verbreiterten Gründen, verstecken sich ebenfalls Dünen, die meist auf den Talböden liegen, aber auch am Gehänge sich anschmiegen, wobei die örtlichen Verhältnisse für ihre Erscheinungsform von Einfluß sind. Unter der dichten Vegetationsdecke entziehen sich die niedrigen Hügel meist einer unmittelbaren Beobachtung und nur darin angelegte Sandgruben oder Wegeinschnitte schaffen Aufschlüsse, die ihre Natur verraten. Fuchs und Dachs legen mit Vorliebe ihre Baue in diesen lockeren und leicht zu bewältigenden Sanden an und schaffen ihn vor ihre Röhren, so daß er der Beobachtung zugänglich wird; auch das von Maulwürfen bei ihrer Wühlarbeit an die Oberfläche gebrachte feinerdige Material gibt manchmal einen Fingerzeig. Meist sind die Hügel durch Abtragung, Abspülung oder forstliche Arbeiten mehr oder weniger verwaschen; nur selten haben sie ihre bezeichnende Form bewahrt.

Bei dem Mangel an Aufschlüssen sind namentlich in tieferen Lagen auf den Talböden die Flugsande von fluviatilen Sanden oft nur schwer zu trennen und die Unterscheidung, ob man es mit Ablagerungen der Luft, oder des Wassers, oder mit vom Gehänge herabgerutschten Material zu tun hat, fällt nicht immer leicht; das einzige sichere Kriterium ist eigentlich nur das Fehlen von kleinen Geröllen.

Eine regelmäßige Anordnung in Abhängigkeit von einer vorherrschenden Windrichtung läßt sich nicht erkennen, da die örtlichen Verhältnisse, besonders starke Krümmungen, bei den in die Täler sich senkenden und an den Osthängen wieder aufsteigenden Winden auch lokale Ablenkungen zur Folge hatten. Da-

her kommt es auch, daß die Flugsandbildungen sich meist in Talbuchten bergen oder an Talknicken zum Absatz gelangten.

Die Dünensande haben im Pfälzerwald eine viel größere Verbreitung, als die Karten angeben, doch bringen einzelne Aufsätze, besonders aber die Erläuterungen zu den geologischen Karten einige Angaben darüber. So weist z. B. *Reis*¹ darauf hin, daß bei Dahn, Hinterweidental und Fischbach auf Blatt Speyer der geognostischen Karte breite Alluvialgründe auftreten, die z. T. mit Torf und älterem Alluvium, z. T. mit Flugsanden erfüllt sind. Derartige Bildungen kommen auch bei Ludwigswinkel auf Blatt Zweibrücken vor und setzen sich jenseits der Lothringer Grenze südlich von Haspelscheid, Stürzelbronn, Bitsch, Egelshardt und Bärenthal fort, wo neben breiten Alluvialgründen mit Torf auch vereinzelt Flugsandablagerungen vorhanden sind. Auch von *E. Schumacher* werden sie östlich von Bitsch in 310 m und von *L. van Werveke* bei Wingen (Blatt Saareinsberg) im Anschluß an Terrassenschotter angegeben.

Die vorstehend genannten breiten Niederungen, deren Entstehung bis jetzt immer noch nicht ganz geklärt ist, haben früher die Auswaschung und Ausblasung der Sande begünstigt und die Dünen bei Petersbächel zeigen sogar noch heute in Trockenperioden deutliche Spuren von Sandverwehungen, ähnlich wie die obenerwähnten beim Bliesberger Hof am Westrande der Moorniederung; aber auch hier ist in der Gegenwart ein eigentliches Wandern ausgeschlossen, da die Vegetation sie festgelegt hat.

Deutliche Flugsandbildungen habe ich beobachtet im mittlern Schweinstal östlich von Krickenbach, beim Festspielplatz in der breiten Mulde von Queidersbach, und namentlich an zahlreichen Stellen in oft ganz engen Tälern und entlegenen Talbuchten des Felsenlandes im südlichen Pfälzerwald, besonders in der näheren und weiteren Umgebung des Städtchens Dahn, auf die ich schon früher hingewiesen und ihre Entstehung mit der Herausmodellierung der eigenartigen, an die Sächsische Schweiz erinnernden isolierten Felsgebilde durch starke Tempe-

¹ O. M. *Reis*, In den Erläuterungen zu Blatt Zweibrücken der geognostischen Karte von Bayern (XIX) S. 157—158. Seite 154 bemerkt er, daß sich im Innern des Gebirges (= Pfälzerwald) „viele Spuren von Dünenbildung finden“. München 1903.

raturunterschiede, Sickerwasser, Winde usw. in Beziehung gebracht habe. Ich bin überzeugt, daß sich auch noch an anderen Stellen des Pfälzerwaldes namentlich in seinem Inneren auf den ausgedehnten Verebnungsflächen im Laufe der Zeit noch Flugsande feststellen lassen werden, wie dies z. B. im Jahre 1928 an der Hochstraße Johanniskreuz—Hochspeyer, etwa 200 m von dem Denkstein für das aufgelassene Forsthaus Amsohl, der Fall war, wenn bei forstlichen Kulturarbeiten, Wegebauten usw. ein wachsames Auge darauf gehalten wird. Die natürlichen Voraussetzungen dafür sind m. E. gegeben.

Zusammenfassung.

Flugsandbildungen lassen sich in der Pfalz neben denen in der Rheinebene fast im ganzen Verbreitungsgebiet des Buntsandsteins nachweisen. Es sind Vorzeitformen, die jetzt durch Pflanzenwuchs und Humusdecke festgelegt sind.

Ihr Material stammt nicht immer aus ausgewaschenen Sanden diluvialer Talzüge, sondern auf den Hochflächen auch aus ortsnaher mechanischer Gesteinsaufbereitung, wobei Kieslager als Rückstände des ausgewehten Materials entstehen können.

Im allgemeinen liegt eine Gesetzmäßigkeit in ihrer Richtung vor (hauptsächlich SW—NO), so daß ihre Ablagerung durch westliche bis nordwestliche Winde erfolgt sein wird.

Nach den unter und in den Dünen gemachten prähistorischen Funden hat die Dünenbildung im ältesten Alluvium begonnen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen des Naturhistorisch-medizinischen Vereins zu Heidelberg](#)

Jahr/Year: 1929-1933

Band/Volume: [17](#)

Autor(en)/Author(s): Häberle Daniel

Artikel/Article: [Ueber Flugsandbildungen in der Rheinpfalz 85-103](#)