

Dr. E. Romer. Einige Bemerkungen über fossile Dünen<sup>1)</sup>.

Solger wies in einem auf dem XV. deutschen Geographentage gehaltenen Vortrag auf die fossilen Dünen des norddeutschen Tieflandes als Zeugen postglazialer Klimaschwankungen hin. Seine Ergebnisse<sup>2)</sup> seien kurz zusammengefaßt: Es treten in dem Tieflande regelmäßig Bogendünen und Strichdünen hervor; die ersten sind vorherrschend und geben der Landschaft das Gepräge, die zweiten haben eine geringere Höhe und befinden sich hauptsächlich am Rande des Bogendünengebietes. Angenommen, die Bogendünen wenden ihre konvexe Seite den herrschenden Winden entgegen, so zieht Solger den Schluß, daß die Dünenlandschaft Norddeutschlands unter der Herrschaft östlicher Winde entstanden sei. Die Strichdüne hält er für den Grenzfall einer Bogendüne, „in den diese um so mehr übergeht, je schmaler ihr Mittelstück ist“. Die Entwicklung der niedrigeren Strichdünen bringt Solger mit der geringen Sandmächtigkeit zusammen. Wenn der Grundriß der Dünen auf das Vorherrschen der Ostwinde hinweist, so ist das gegen Osten steile Dünenquerprofil ein Beweis, daß den Ostwinden der jungen Postglazialzeit nachher die Westwinde gefolgt sind.

Zu sehr ähnlichen Ergebnissen ist auch Friedberg<sup>3)</sup> bei der topogeologischen Aufnahme in den rechtsseitigen Niederungen der oberen Weichsel (N von Rzeszów-Debica) gelangt. Beide stimmen darin überein, daß sie die Bogendüne, die sie mit den Barchanen identifizieren, als vorherrschenden Typus des Tieflandes ansehen, daß sie ferner aus der Grundrißgestalt auf das Vorherrschen der Ostwinde schließen. Friedberg hat dagegen die nachherige Deformation der Dünen nicht bemerkt, und weist im Gegenteil auf die steilen Westhänge der Dünen hin.

Die letztgenannte Kontroverse, welche für die geringere morphologische Wirkung der Westwindeperiode, trotz des früheren Eisrückzuges, im subkarpathischen Tieflande zu zeugen schien, hat mich zum näheren Studium der Dünengebiete des galizischen Tieflandes geführt.

Trotzdem meine Studien nach einigen Ausflügen in die diluvialen Sandgebiete der Sanniederung (zwischen Jaroslau und Jaworów) und der Bugniederung (speziell Styrgbiet in der Gegend von Brody) noch gar nicht abgeschlossen sind, halte ich einige Ergebnisse schon jetzt mitzuteilen für angezeigt, umso mehr, als mir andere Pflichten wohl nicht bald die Dünenstudien fortzusetzen erlauben werden.

Meine Ergebnisse stimmen mit den vorhergenannten einzig darin überein, daß ich für die Gestaltung der Dünenlandschaft die Mitwirkung der herrschenden Ostwinde annehme. Überdies bin ich mit Solger darin einverstanden, daß auch die ostgalizischen

<sup>1)</sup> Ausführlich berichtet im Organe des poln. Kopernicus-Vereins, „Kosmos“ 1906, Heft XII, pag 334—362.

<sup>2)</sup> Verh. des XV. deutschen Geographentages in Danzig, Berlin 1905, pag. 159—172.

<sup>3)</sup> Atlas geolog. Galicyi, Heft XVI, Krakau 1903, pag. 33—37.

Dünen einer recht beträchtlichen Umlagerung durch nachher vorherrschende Westwinde unterlagen. Nachdem laut meteorologischer Beobachtungen der jetzige Anteil der sommerlichen (VI—VIII) Westwinde (NW—SW) im Westen der galizischen Niederung 60—70%, in der Mitte 50—60%, im Osten 40—50% beträgt, so ist es klar, daß auch die Dünen im westgalizischen Arbeitsfelde Friedbergs Anzeichen einer Deformation seitens der Westwinde aufweisen dürften.

In den von mir untersuchten Dünengebieten fand ich folgendes: Die Höhe der Dünen ist in beiden Gebieten (San- und Styrgbiet) gleichmäßig. Die durchschnittliche Höhe der größeren Dünen schwankt zwischen 10—15 *m* und es ist von Interesse, daß die höchsten Dünen auch in beiden Gebieten das gleiche Maß von 17 *m* erreichen. Die Mächtigkeit der diluvialen Sande ist dagegen in beiden Gebieten recht verschieden: sie beträgt an der Linie Jaworów-Jaroslaw kaum 2—5 *m*, durchschnittlich nicht über 3 *m*; im Styrgebiete beträgt sie dagegen 6—15 *m*, durchschnittlich über 10 *m*. Eine Relation zwischen der Mächtigkeit der Sande und der Dünenhöhe scheint nicht zu existieren. Die Höhe der Dünen scheint mit den Eigenschaften des Dünensandes und speziell den klimatischen Elementen des Gebietes (Feuchtigkeit und Windstärke) im Zusammenhang zu stehen. Nur dadurch läßt sich die hypsometrische Monotonie der Dünenzüge in einzelnen Gebieten erklären. Dieses Moment hat schon Cornish<sup>1)</sup> gewürdigt und geklärt.

Der gleichmäßigen Höhe der Dünenwälle auf den höher gelegenen, offenen Platten entgegen sind die Randdünen, welche etwa den Strichdünen Solgers entsprechen, bedeutend niedriger. Die Sandgebiete des ostgalizischen Tieflandes stellen longitudinale, den Tälern meist parallele Zonen vor, welche mit diluvialen Tonen, respektive Lößzonen wechseln. Es ist eine charakteristische und speziell für das linke Sangebiet bei der topogeologischen Aufnahme festgestellte Tatsache<sup>2)</sup>, daß diese Täler nicht nur morphologisch, sondern auch geologisch insofern asymmetrisch sind, als der rechte (nördliche) Talflügel aus diluvialen Sanden, der linke dagegen aus diluvialen Tonen aufgebaut ist.

An den Rändern, speziell an den Talrändern der Diluvialsandplatten sind oft dichtgescharte, regelmäßige Randdünen, welche ich Taldünen nenne, entwickelt. Die Taldünen haben die Richtung der Täler, denen sie angehören. Im Tal des Szkło- und Wiszniaflusses (Sangebiet) laufen sie O—W bis OSO—WNW, im Tal des Styrfusses haben sie die NW—SO-Richtung und an den Nebentälern des Styr, an der Bołdurka kommen vortrefflich entwickelte meridionale (NNW—SSO), an der Słonówka longitudinale (O—W) Dünen vor. Auch außerhalb der Talränder treten auf den Diluvialsandplatten parallele Taldünenzüge hervor und wo diese Erscheinung zur Bildung kommt, kehrt im Terrain auch eine mehr oder weniger ausgeprägte

<sup>1)</sup> Formation des Dunes de Sable. Bruxelles 1900. Univ. nouvelle Nr. 2, pag. 14. Vgl. auch Chamberlin: Geology I, pag. 26.

<sup>2)</sup> Łomnicki, Atlas geol. Gal. XII, pag. 9.

Talung zurück, Zeuge ehemaliger postglazialer Flußläufe. Der krasse Wechsel in der Richtung der deutlich entwickelten Taldünenzüge schließt aber die Bildung derselben unter dem Einfluß einer klimatisch vorherrschenden Windrichtung aus. Ziehen wir zum Beispiel ein longitudinales Tal (Szkło, Wisznia, Słonówka) in Betracht; es ist tief und breit in die Diluvialsandplatte eingeschnitten. Nehmen wir das Vorherrschen des Ostwindes an: im Falle die Sandmassen auf der Platte im beweglichen Zustand sind, so wird der Ostwind dieselben in meridional gestreckte parallele Dünenrücken auftürmen. Die im Tal immer von neuem aufgearbeiteten Sandmassen wird aber der Ostwind aus doppelten Rücksichten wenig oder gar nicht in Bewegung setzen. Erstens wird der Ostwind im eingesenkten Tale viel an seiner Stärke einbüßen, zweitens, greift er die Talsande senkrecht zu deren Sortierung nach dem Feuchtigkeitsgrade an. Die Sande des longitudinalen Tales können nur vom Süd- oder Nordwind zum Dünenaufbau gebracht werden. Diese Winde treffen die schon ausgetrockneten Sedimente in ihrer ganzen Länge. Selbstredend wird derjenige von den beiden Windrichtungen morphologisch wirksam werden, welcher an Stärke und Häufigkeit überwiegt. Dieser Wind wird die Taldünen schneller und höher aufbauen, folgerichtig wird dieser den Fluß in entgegengesetzter Richtung treiben, bis er zu dieser geologischen Talasymmetrie führt, welche für große Gebiete des ostgalizischen Tieflandes so eigentümlich ist. Die Deutung dieses Prozesses ist ja nicht neu, sie ist im großen von Walther<sup>1)</sup> und anderen Forschern für die Entwicklung der Karakumwüste angewandt worden. Ich will hier nur nebenbei betonen, daß auch dort in Turkestan die N-Winde, denen die Entstehung der Wüste zuerkannt wird, gar nicht die vorherrschenden (O im Winter, W im Sommer), sondern die den Amudaria senkrecht treffenden sind. Denselben Ideengang, nämlich den Zusammenhang der Dünenrichtung zu dem Verlaufe der Täler, hat schon Nikitin für die transuralischen Steppen ausgesprochen (1892<sup>2)</sup>) und Muszketow<sup>3)</sup> hat die wechselnde Dünenrichtung der Kalmückischen Steppe mit der Richtung der Küsten des sich zurückziehenden Kaspischen Meeres in Zusammenhang gebracht.

Zusammenfassend, halte ich die Taldünen für eine durch auf die Talrichtung senkrechte Nebenwinde hervorgebrachte Erscheinung.

Ein mehr detailliertes Studium wäre gewiß geeignet, die Rolle einzelner Windrichtungen der postglazialen Steppenperiode mehr zu entschleiern. Ich führe hier nur einige Beobachtungen an, in welchen wohl Zufälligkeiten eine bedeutende Rolle spielen. Die Taldünen des Szkloflusses westlich von Jaworów, dicht geschart und schön entwickelt, erreichen nur eine sehr geringe Höhe, welche von etwa 2—3 m in der Nähe des alluvialen Tales ins Innere der Sandplatte gegen

<sup>1)</sup> Walther, Gesetze der Wüstenbildung, 1900, pag. 119.

<sup>2)</sup> Zitiert bei Semenow: Kirgizkij kraj in Rossija, Bd. XVIII, 1903, pag. 54.

<sup>3)</sup> Trudy geolog. Komit. 1895, Bd. XV, Nr. 1. Deutsch. Res., pag. 182.

N bis kaum 5—7 m anwachsen — wahrscheinliche Entstehung unter Wirkung der S-Winde. Die wahrscheinlich bei N-Winden entstandenen Taldünen der Słonówka steigen von der Talterrasse sofort zur Höhe von 8—10 m an, und die am Westrande des Boldurkatales aufgetürmten Taldünen erreichen sogar das höchste Maß von 17 m.

Die letzte Beobachtung scheint mir schon als Grund für die Annahme der herrschenden Ostwinde zu gelten. Es gibt deren mehrere. Die Taldünen wurden durch lokal bedingte Windrichtungen auf die Höhe der Sandplatte verfrachtet. Dort mußten aber die Taldünen einem Wechsel unterliegen. Waren auf der Platte bewegliche Sande vorhanden, so sind sie schon gleichzeitig zum Spiel der herrschenden Winde geworden, und diese äolischen Formen brachten die Taldünen zum Halt und Umlagerung durch herrschende Winde entgegen. Das ziemlich tiefe Eindringen der Taldünenzüge in die Sandplatten scheint mir, ich sage dies hypothetisch, gegen den Wüsten- und für den Steppencharakter unserer postglazialen Landschaft zu sprechen. In dem zuletzt angenommenen Falle brachten ja erst die Taldünen das Flugsandmaterial auf die Höhe der Platten hinauf. Auf diese Weise entstanden die gebogenen Dünen (nicht Bogendünen = Barchane). Daß diese gebogenen Dünen durch Anwachsen eines meridionalen Dünenwalles an die herangewanderten Taldünen entstanden sind, scheint mir schon dadurch bewiesen zu sein, daß die Seitenarme der gebogenen Dünen mit den Taldünen parallel laufen. Würden die gebogenen Dünen (Bogendünen im Sinne Solgers und Friedbergs) ein Werk der herrschenden Winde sein, so müßten sie von der Bogenachse, das ist vom herrschenden Winde hyperbolisch auseinandergehen. Dieser Parallelismus der Dünenbogenarme zu den Taldünen (Strichdünen Solgers) tritt aber auch auf der von Solger beigegebenen Karte der Umgebung von Birnbaum recht deutlich hervor und speziell die südlichen Arme der gebogenen Dünen haben genau dieselbe Richtung wie die Taldünen der Warthe. Daraus schließe ich, daß diese ganze Dünenbildung am rechten Ufer der Warthe aus den Taldünen sich entwickelt hat, ja ich wage die Hypothese, daß ohne dieses diluviale Haupttal überhaupt keine Dünenbildungen auf der Warthe-Netzeplatte zur Bildung gelangen konnten. Auf meine geringe Erfahrung kann ich mich wohl nicht stützen, aber trotzdem kann ich mich auch nicht von dem Eindrucke meiner auf der baltischen Platte im Sommer 1905 ausgeführten Wanderungen freimachen, daß dort die Dünen nur an Nehrungen und am Meeresstrand einerseits, an Talrändern, zum Beispiel bei Bromberg und Thorn anderseits beobachtet wurden. In den trostlosen Sandflächen dagegen, in der Gegend von Karthaus, Berent und ebenso in der Tuchler Heide sind mir diese Bildungen nicht aufgefallen — ich behaupte nicht, sie existieren nicht auf diesen weit von großen Diluvialtälern entlegenen Land- und Sandflächen, ich bin aber sicher, daß dort die Dünenbildungen eine untergeordnete Rolle spielen. Könnte dies nicht wiederum zur Stütze meiner Annahme gelten, daß während unserer Postglazialzeit wohl Steppenklima, aber nicht ein Wüstenklima geherrscht hat?

Die letzte Voraussetzung übt aber meiner Ansicht nach keinen

Einfluß auf meinen Gedankengang über die Dünenlandschaft des diluvialen Tieflandes aus.

Das Vorherrschen der Ostwinde in der Periode der Dünenbildung, worüber ich vorher gesprochen habe, wird aber, meiner Ansicht nach, für jeden klar, der einmal eine im Entstehen begriffene Düne beobachtet hat. Die meridionalgerichteten Partien der gebogenen Dünen wenden gegen Osten solch glatte und konvexe Querprofile, gegen Westen haben sie dagegen teilweise außerordentlich steile (bis über 35°) Hänge, die öfters durch Querwälle und isolierte Warzen gegliedert sind, so daß hier an die Entstehung durch den Ostwind nicht gezweifelt werden kann. Die morphologischen Einzelheiten des Inneren eines Dünenbogens haben aber wahrscheinlich eine doppelte Entstehungsursache und sind auch nicht gleichaltrig. Die Querwälle könnten im Windschatten des Ostwindes zur Bildung gelangen, die maulwurfartigen, zahlreichen Hügel, die einen Teil des Dünenbogens ausfüllen, könnten der rückwirkenden Tätigkeit des Westwindes der späteren Zeit ihre Entstehung verdanken. Diese Modifikation der Dünenform ist an manchen Dünen bedeutend weiter fortgeschritten, manche steilen Osthänge finden vielleicht darin Erklärung, aber man muß in dieser Rücksicht sehr vorsichtig vorgehen, da ich in vielen Fällen die Ausbildung der Dünensteilhänge (speziell auf der äußeren Seite des Bogens) unter Einfluß der rezenten Erosion habe feststellen können.

Im Styrgebiet ist aber andere Gelegenheit zum Studium der in der postglazialen Zeit wechselnden Windrichtungen geboten. Die Dünen dieses Gebietes bergen in vielen Fällen eine schwarze Kulturschicht, welche durch eine einige Dezimeter dicke Schicht des Flugsandes zugeeckt ist. Das Alter dieser Schicht läßt sich trotz zahlreicher Funde, aus Mangel detaillierter Fachstudien, nicht näher angeben, rührt aber aus der Steinzeit und gilt als neolithisch. Diese Kulturschicht ist an vielen nicht bewaldeten Dünen mehr oder weniger durch jetzige Windtätigkeit entblößt worden. An einigen Dünen ist die ganze obere Flugsanddecke oft mit der Kulturschicht zusammen ganz und gar entfernt worden (Taldüne zwischen Bielawce und Boldury, 11 km nördlich von Brody) und auf dem dadurch entstandenen Querschnitt tritt der Verlauf und die leichte, südwestliche Neigung dieser Schicht deutlich, aber nur an westlichen Hängen zutage. Die Bedeckung dieser Schicht durch Flugsand mußte also unter den heutigen entgegengesetzten Windverhältnissen zustande gekommen sein. Dieser rückläufige Umlagerungsprozeß der Dünen ist auch sehr schön in Kołpin (7 km westlich von Brody) sichtbar. Dort kommt die Zerstörung durch SSW-Winde zustande. An diesen Hängen ist die Decke auch schon weggeblasen, die Kulturschicht wird jetzt eben unterwühlt, die nordöstlichen Hänge sind mit ihr dunkel bestreut und an den stärker angegriffenen Stellen bildet die Kulturschicht ihrer größeren Bündigkeit entsprechend Tisch- und Pilzformen. So läßt sich hier öfters beobachten und feststellen, daß das heutige Klima mit seinen Westwinden den ehemals herrschenden Ostwinden entgegenarbeitet.

Schon die Kulturschicht spricht für mehrere Klimaschwankungen seit der Postglazialzeit. Alle die Siedlungen

haben eine seltsame Lage. Am Rücken der Düne breit und beinahe horizontal gelegen, sprechen sie dafür, daß die Düne schon während einer den Siedlungen vorhergegangenen feuchten Zeit teilweise denudiert und abgeflacht wurde. Alle die Dünen sind jetzt allseitig von mehr oder weniger sumpfigen Mooren umgeben, diese Moore sind selbstredend jünger als die Düne. In dem jetzigen Zustande könnten die Dünen als geschützte Stellen gelten. Diese Eigenschaft mußten sie aber auch in der neolithischen Zeit haben; würde im Neolith ein Steppenklima geherrscht haben, so würde die Lage der völlig ungeschützten und der vernichtenden Kraft der Winde am stärksten ausgesetzten Siedlungen unerklärt bleiben.

Im 3—5 km breiten alluvialen, zumeist stark vermoorten Tale (Torfschicht in 6 m Tiefe nicht durchbohrt)<sup>1)</sup> der Boldurka liegt auf der Moorfläche ein Dünenkomplex. Er setzt sich aus mehreren dem Tal parallelen kleinen Dünenwällen und einer größeren Flugsandfläche zusammen. Die 2—3 m hohen Dünen und Flugsandbildungen liegen nicht nur auf dem Moore, sondern sind auch allseitig von Mooren umgeben; der Sand ist nicht von der Sandplatte auf das alluviale Moor angeweht worden, sondern er mußte auf einer trockene Ebene windgetrieben werden.

Vollauf der Unzulänglichkeit meiner Beobachtungen sicher, versuche ich doch, sie in synthetische Ordnung zu bringen.

Ich vermute also im Styrgebiete folgende Klimaschwankungen der Postglazialzeit:

- I. Steppenklima — Hauptzeit der Dünenbildung.
- I. Feuchtes Klima — Vermoorung der Täler, neolithische Siedlungen auf den Dünenrücken.
- II. Steppenklima — Austrocknung der Moore, Moordünen, Überwehen der Kulturschicht.
- II. Feuchtes Klima — Jetztzeit.

Der Unterschied zwischen meinen und Solgers Auffassungen liegt in der Deutung der Entstehung der Landschaft. Solger macht für die Ausbildung der äolischen Formen nur die vorherrschende Windrichtung verantwortlich; ich halte diese, neben den zur Talrichtung senkrechten Nebenwinden von untergeordneter Bedeutung, ja ich vermute sogar, daß die großen diluvialen Täler die Ursprungsstätte der Dünenbildung seien. Diese letzte Bemerkung gilt speziell dem norddeutschen Tieflande, denn in den den Karpathen nahen Gebieten konnten sich größere Täler während des Eisrückzuges nicht entwickeln. (NB. Die diluvialen Täler sind im ostgalizischen Anteil besser entwickelt als in Westgalizien.)

Die Grundlage dieser Kontroverse sehe ich darin, daß Solger, den vielseitig berühmten Forschungen Walthers folgend, die Barchandüne als einen normalen Typus der Dünenlandschaft angesehen hat. Ich muß aufrichtig sagen, daß ich die Anschauung J. Walthers, daß „alle Dünenformen von der Bogendüne abgeleitet werden

<sup>1)</sup> Uhlig im Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1884, pag. 222.

müssen“<sup>1)</sup>, anzweifle. Der Barchan mag auf freien Flächen einer Sandwüste die Landschaft beherrschen, auch dort ist er aber eine ephemere Erscheinung; in der Düne, in den mehr oder weniger mächtigen Sandwällen, wenn überhaupt Barchane zur Entwicklung gelangen, stellen sie ein untergeordnetes und ebenso wie die Wüstenbarchane ephemeres Formelement dar. Walther hat selbst die Zerstörung der Barchane an einem Sturmtag erlebt und betont auch die in halbjährigen Perioden sich vollziehende Umlagerung der Barchane; dasselbe, aber mit noch krasserem Worten, berichten auch andere aralo-kaspische Forscher, so Muszketow (Kalmückensteppe), Nikitin (Barabasteppe) und schließlich Iwzenko (Kirgisiensteppe). Nikitin spricht ja über die Beweglichkeit und Formänderungen der Barchane deutlich genug, wenn er sie für kartographische Darstellung für ungeeignethält. Die detaillierten Studien von Iwzenko<sup>2)</sup> verfolgen dagegen die schrittweise Metamorphose der Barchane, sie entfalten vor unseren Augen ein lebendiges Bild eines eintönigen, aber ewig wellenbewegten Sandmeeres. Aber auch in den wüstenartigen Steppen, so in der Kalmückensteppe, treten neben den Barchanen, die die trostlosesten Sandflächen modellieren, auch feste Dünenbildungen auf. Auf diesen Gegensatz zwischen der hohen Düne und dem Barchan weist Muszketow<sup>3)</sup> hin, und ich glaube, dieser Gegensatz ist so groß wie der zwischen unseren Flugsandflächen und Heiden einerseits und zwischen den Dünen andererseits. Die Dünen sind den Wüsten und Steppen, die zu Barchanwellen aufgestürmten Flugsandgebiete nur den Wüsten eigentümlich. Der Barchan ist zur gewaltsamen Formänderung, Verschwinden und Neubau immer fähig, eine Düne mag einem langsamen Formwechsel unterliegen; sie schwindet nie. Die Barchane, verhältnismäßig winzige Sandhaufenwellen schwinden dagegen, sobald ein Klimawechsel feuchtere atmosphärische Zustände mit sich bringt; sie werden die ersten, die der Denudation unterliegen.

Wenn ich mit Walther in mancher Beziehung betreffs der Barchane nicht übereinzustimmen vermag, so ist es doch nicht seine Schuld, wenn Solger die verhältnismäßig gewaltigen Dünenrücken der Warthe-Netzplatte Bogendünen im Sinne der Barchane genannt hat. Walther hat die Barchane so anschaulich dargelegt, wie niemand vor ihm es getan hat; Walther hat schließlich eine wertvolle kartographische Momentaufnahme dieser Bildungen veröffentlicht, die bis heute unübertroffen dasteht. Die kartographisch dargestellten Barchane Walthers bedecken eine Fläche, welche oft unter 50 m<sup>2</sup> bleibt und nicht 200 m<sup>2</sup> erreicht. Auch die Form der Barchane hat mit der gebogenen Düne unseres Tieflandes nichts Gemeinsames. Die Dimensionen der Längsachse der von Walther aufgenommenen Barchane stehen zur Sehne des Bogens in einem stabilen Verhältnis, das ist etwa 2 : 3. Neben solcher Form beschreibt

<sup>1)</sup> Walther, Gesetz der Wüstenbildung, pag. 121.

<sup>2)</sup> Denudacija stepy. Ježegod. po geol. miner. Rossii. 1905/06. Vol. VII, Nr. 2 u. 7; Vol. VIII, Nr. 6/7. Mit franz. Resümee.

<sup>3)</sup> L. c. deutsch. Resümee, pag. 180.

auch Iwczenko in die Länge gezogene Barchane, bei welchen die Längachse 20 *m* erreicht, die Sehne in den Grenzen 7—10 *m*, die Höhe von 1·5 bis 6·0 *m* schwankt. Das sind die großen Barchane Iwczenkos, welche seinen Berichten gemäß aus kleinen, kaum 20 *cm* hohen entstehen können. Die längliche Form der Bogendünen wird auch aus anderen Wüstengebieten, Sahara und Peru, beschrieben<sup>1)</sup>.

Nach dem Gesagten können wohl die im Grundrisse gewaltigen, durch ausgesprochene Kambildung ausgezeichneten Dünen unseres Tieflandes nur mißverständlich Barchane genannt werden. Es sind eben unsere Dünen keineswegs Bogendünen, sondern gebogene Dünen.

Darin, in der anderen Auffassung der morphologischen Formen der Dünenlandschaft, beruht, meiner Ansicht nach, die Ursache anderer Auffassung der diluvialen Dünenlandschaft. Sehen wir in den gebogenen Dünen keine Barchane mehr, so können wir dieselben auch nicht als primäre Bildung ansehen; sind sie aber eine zusammengesetzte Erscheinung; dann ist kein Grund vorhanden, die Strichdünen und die gebogene Dünen auf dieselbe Ursache, respektive dieselbe Windrichtung zurückzuführen. Die longitudinale und transversale Dünenrichtung unter dem Einfluß derselben Windrichtung beschreibt Blanford allein. Die kurze Notiz von Cornish<sup>2)</sup>, dem ich die Nachricht verdanke, erlaubt mir nicht, sich davon ein selbständiges Urteil zu bilden. Ich bemerke nur, daß Blanford den Ausführungen Solgers etwa entgegengesetzt die longitudinale Richtung der größeren Windstärke zugeschrieben hat. Von größerer Bedeutung finde ich, daß alle Beobachtungen im diluvialen Tiefland für die dem Winde transversale Dünenrichtung sprechen, andernfalls solche Mannigfaltigkeit, wie sie in den Dünenrichtungen (auch Strichdünen) beobachtet wird, ausgeschlossen sein dürfte.

Diese Mannigfaltigkeit spricht aber eben dafür, daß eolische Formen ihre Entstehung der herrschenden Windrichtung am wenigsten verdanken.

### Vorträge.

**G. Geyer.** Über die Gosaubildungen des unteren Ennstales und ihre Beziehungen zum Kreideflysch.

Der vorherrschende Westostverlauf der Flyschzone zwischen Salzburg und Wien erfährt bekanntlich etwa zwischen Steyr und Waidhofen insofern eine Unterbrechung, als hier eine lange, aber schmale Kreidebucht, anscheinend quer auf das Streichen der Kalkalpen, einem Fjorde gleich weit in das Innere des Gebirges eindringt. Auch orographisch markiert sich dieser Zug weicher Gesteine als eine auffallende Senke, durch welche man von den am weitesten gegen die Ebene vorgeschobenen Höhen wie durch ein Tor bis zu den schroffen Felsgipfeln am Innenrande der Kalkalpen Einblick gewinnt.

<sup>1)</sup> Cornish, l. c. pag. 20 u. Fig. 12.

<sup>2)</sup> Cornish, l. c. pag. 25 u. f.