

Die sehr große Differenz der beiden letzten Winkel muß ihren Grund in den sehr schlechten Reflexen der Flächen der Vertikalzone haben.

Das vollständige Achsenverhältnis des Sillimanits ist bis jetzt aus direkten Beobachtungen noch nicht berechnet worden. Dagegen hat LINCK<sup>1</sup> in seiner Arbeit: „Die Beziehungen zwischen den geometrischen Konstanten eines Kristalls und dem Molekulargewicht seiner Substanz“ aus den Beziehungen des Sillimanits zu Andalusit und Disthen die c-Achse berechnet und zu  $c = 0,70048$  gefunden. Deswegen habe ich mich auch veranlaßt gesehen, als Wert für die c-Achse der Grundform nicht den von mir berechneten, welcher 1,7615 sein würde, anzugeben, sondern  $0,7046 = \frac{2}{3} \cdot 1,7615$ , was mit dem von LINCK berechneten nahezu übereinstimmt. Meine Messung stellt somit eine Bestätigung der LINCK'schen Berechnung dar.

Jena, mineralog. u. geolog. Institut.

### Barchane in Süd-Peru.

Von J. F. Pompeckj.

(Mit 1 Textfigur.)

Bogendiinen, Barchane, sind nach der von JOH. WALTHER<sup>2</sup> gegebenen Zusammenstellung in Asien, Europa, Afrika, Australien, Nord-Amerika in zahlreichen Gebieten beobachtet worden. Verhältnismäßig wenig Beobachtungen liegen aus Süd-Amerika vor; WALTHER zitiert von dort nach MEYEN nur die „Pampa grande von Chile“, in welcher diese eigenartige Form von Dünen gesehen worden ist. PENCK<sup>3</sup>, welcher BOLLAERT zitiert, gibt an, daß Barchane in der Atakama beobachtet seien. In beiden Fällen ist unrichtig zitiert worden.

Die „Pampa grande“, in welcher F. J. F. MEYEN<sup>4</sup> „voll-

<sup>1</sup> Zeitschr. f. Krist. 1896. 26. 287.

<sup>2</sup> JOH. WALTHER, Lithogenesis der Gegenwart. 1894. p. 793—796. — JOH. WALTHER, Das Gesetz der Wüstenbildung. 1900. p. 122—125.

<sup>3</sup> A. PENCK, Morphologie der Erdoberfläche, II. 1894. p. 42.

<sup>4</sup> F. J. F. MEYEN, Reise um die Erde auf der Prinzess Louise, II. 1835. p. 42—44. Nach MEYEN sollen zwischen Payta und Piura in Nord-Peru ebenfalls Barchane vorkommen. Bei Salaverry an der Küste von Nord-Peru sah ich eine an einen Felsen stossende eigentümliche Düne. Der über den Felsbuckel von Südost herübergewehte Sand lehnte sich an die Leeseite des Berges in Form eines in der Windrichtung gerade gestreckten, mehr als 100 m langen, scharfgratigen Halbmondhorns eines Barchans.

kommen sichelförmig gestaltete Haufen“ von „zusammengewehem“ Sand beobachtete, ist die Wüste westlich von Arequipa in Süd-Peru, und nicht in Chile. Aus derselben südperuanischen Wüste, und nicht aus der um vieles weiter südlich beginnenden chilenischen Atakama, hat W. BOLLAERT<sup>1</sup> das Vorkommen von Barchanen kurz erwähnt und durch eine allerdings wenig treffende Zeichnung erläutert. Aus demselben Wüstengebiet berichten auch MIDDENDORF<sup>2</sup> und Sir MARTIN CONWAY<sup>3</sup> in ihren Reisewerken kurz über Barchane.

Das Wüstengebiet der Provinz Arequipa in Süd-Peru ist durch Barchane ausgezeichnet, welche — soweit ich das beurteilen kann — von ganz besonderer Schönheit sind.

Bei einer Fahrt von dem südperuanischen Hafen Mollendo zum Titicaca-See hatte ich hier — leider nur so flüchtig, wie das eine einmalige Fahrt mit der Eisenbahn gestatten kann — Gelegenheit, Barchane zu beobachten. Die von Mollendo nach Arequipa führende Bahn ersteigt zunächst in weiten Bogen und Kurven die hier bis ca. 1000 m hohe, aus alten Eruptivgesteinen aufgebaute Küstenschwelle, welche durch zahlreiche Einschnitte in eine Masse rundkuppiger Berge zerlegt ist. Von der Station Cachendo (990 m) führt der Schienenweg nahezu geradlinig in S.—N.-Richtung durch die „Pampa de Cachendo“ und die nördlich folgende „Pampa de Islay“. Sehr langsam steigen diese „Pampas“ bei einer Breite von zusammen ca. 60 km von 1000 m bis zur Höhe von ca. 1600 m an, bis zum Fuß der auf RAMONDI'S Karte von Peru als „Cerros de la Caldera“ bezeichneten Bergzüge<sup>4</sup>.

Die Pampa von Cachendo und Islay ist im N. begrenzt oder durchschnitten von dem engen, tiefen, Cañon-artigen Tal des Rio de Vitor, welcher das Becken von Arequipa gegen den Stillen Ozean entwässert, welchem aber aus den Pampas keine oder keine nennenswerten Zuflüsse tributär sind. Im S. und SO. ist das Gebiet durch das breite, fruchtbare Tal des Rio Tambo begrenzt, im W. und SW. durch die Küstenschwelle des Ozeans, im O. und NO. durch die Cerros de la Caldera.

Das Gebiet der beiden Pampas ist fast vollkommen eben,

<sup>1</sup> W. BOLLAERT, Observations on the Geography of Southern Peru etc. Journ. R. Geograph. Soc. London, XXI. 1851. p. 100, 101.

<sup>2</sup> E. W. MIDDENDORF, Peru. II. 1894. p. 238, 239.

<sup>3</sup> Sir MARTIN CONWAY, The Bolivian Andes. II. 1901. p. 55.

<sup>4</sup> In Arequipa wurde dieser Bergzug auch mit dem Namen „Cerros de la Barrera“ bezeichnet. — Die aus älteren Eruptivgesteinen (Diorit u. a. m.) aufgebaute, NW.—SO. streichende Kette wild zerrissener Berge mit Höhen von weit mehr als 2000 m begrenzt gegen SW. das weite, von lichtrosa und grau gefärbten Andesittuffen erfüllte Becken von Arequipa, welches gegen S., O. und N. von den vulkanischen Massen der Pichu-Pichu-Berge, des Misti und des Chacchani umsäumt ist.

nur im Süden sind der Ebene Bergkuppen in größerer Zahl aufgesetzt.

Es wäre falsch, ließe man sich hier durch den Namen „Pampa“ das Bild einer Grassteppe vortäuschen. Die Pampa von Islay ist heute vielmehr eine vollkommene Sandwüste. Nur ganz vereinzelt trägt der tote Wüstenboden Büschel harten, trockenen Grases, und nur an den Bahnstationen werden durch die Wasserleitung der Bahnlinie kleine Kulturen unterhalten. Überwältigend ist der Eindruck, wenn man aus der Nebelregion der Küstenterrasse, in welcher wenigstens zeitweilig reichlicherer Pflanzenwuchs aufsprießt, plötzlich — in der Nähe der Station Huagri (1078 m) — ganz unvermittelt in den unbarmherzigen Sonnenbrand der Wüste tritt, wo mit einem Schlag das Leben erstirbt. Weite Wüste dehnt sich aus, die gegen Osten und Norden begrenzt wird durch die dunklen Cerros de la Caldera, hinter denen aufsteigen die langgestreckte Säge der Pichu-Pichu-Berge, der elegante ebenmäßige Kegel des Vulkans Misti (des Fuijama Süd-Amerikas), der massige Koloß des Chacchani, Bergriesen zwischen 5400 und 5800 m Höhe, deren Häupter in leuchtenden Schnee gehüllt sind.

Strecken gelben Sandbodens wechseln mit solchen, die besät sind mit zahllosen rundlichen Brocken von Gesteinen, welche alle die dunkle Schutzrinde der Wüstengesteine zeigen. Der Boden der Wüste wird wenigstens z. T. aus Andesitnuffen gebildet.

Dem dunkleren Wüstenboden aufgelagert sind Scharen von lichtgelben, weißleuchtenden Barchanen, die von den Bewohnern von Süd-Peru als „Medanos“ bezeichnet werden. Besonders zahlreich waren die Barchane zwischen den Stationen La Joya (1232 m) und S. José (1478 m) zu beobachten.

In allen Größen treten sie hier auf: flache, kleine Sandhäufchen, welche an einem Grasbüschel, an einem Steinbrocken und im Windschatten eines Steines zusammengeweht waren, niedrige, flache Sichel von kaum  $\frac{1}{2}$  m Höhe bis zu stattlichen Sichelbergen, deren Höhe auf 10 m und mehr, und deren Länge im Profil gesehen etwa auf das Achtfache dieses Betrages geschätzt werden konnte. Sir MARTIN CONWAY<sup>1</sup>, welcher in letzter Zeit eine kurze Notiz über die Barchane der Pampa von Islay gibt, spricht von „heaps of sand, self piled on a crescent-shaped base“; er gibt eine Breite der einzelnen „heaps“ von durchschnittlich 25 Yards an. Nach MEYER beträgt die Spannung der Sichel 20—70 Schritt, bei 7—15 Fuß Höhe.

Die sehr flach aufsteigende Luv-Konvexeite dieser Medanos, Barchane, war entsprechend dem von SSO. wehenden Winde

Sir MARTIN CONWAY, The Bolivian Andes. 1901. p. 55.

dem Ozean zugekehrt, die steiler abfallende, konkave Leeseite<sup>1</sup> mit den weitausladenden, langsam verjüngten Halbmondhörnern, über welche vom Kamm der Düne zu den Enden der Hörner fortlaufend der scharfe Grat, die Grenze zwischen dem aufwärts- und vorwärtsgewehten, und dem auf der Leeseite herabrieselnden Sande, verläuft, war landeinwärts, nordwärts gerichtet. Langsam wanderten die Barchane gen N. und gegen die Cerros de la Caldera.



Barchane (Medanos) bei La Joya in der Pampa von Islay, Süd-Peru. Leider konnte ich keine gute Aufnahme von Barchanen der Pampa von Islay aus der Nähe machen. Die beifolgende Abbildung, welche ein gutes Bild der isolierten Sicheldünen gibt, ist nach einer Ansichtspostkarte angefertigt.

Es fiel mir auf, daß die weitaus größte Mehrzahl der Barchane hier Einzelindividuen waren. Zwillings-, Drillingsbarchane etc., wie sie WALTHER<sup>2</sup> in seiner Skizze des Barchangebietes bei Buchara zeichnet, waren äußerst seltene Erscheinungen. Die Entfernungen zwischen den einzelnen Dünen waren wesentlich größer als sie z. B. WALTHER's zitierte Skizze und seine Bilder aus der Karakum erkennen lassen; nie sind die Barchane in der Pampa von Islay so gehäuft wie auf WALTHER's Bildern No. 41 und 43 aus der Karakum. Einzeln, scharf begrenzt, marschieren diese halbmondförmigen Sandberge über den ebenen Wüstenboden, oft durch Zwischenräume von mehreren 100 m getrennt. Verhältnismäßig nur selten scheint es dort vorzukommen, daß eine Düne die andere einholt, mit ihr zu einem Zwillingsbarchan verschmolzen wird, bis bei weiterem Vorrücken allmählich wieder die Form eines Einzelbarchans gewonnen wird.

<sup>1</sup> MEYEN gibt für die südperuanischen Barchane den unglaublichen Böschungswinkel von 75—80° an (l. c. p. 43); nach meinen flüchtigen Schätzungen kann der Böschungswinkel meistens nur wenig größer sein als 30°.

<sup>2</sup> JOH. WALTHER, Wüstenbildung. 123. Fig. 43.

MEYEN spricht (l. c. p. 43) die Ansicht aus, daß in den Pampas von Cachendo und Islay keine Neubildung von Barchanen vorkäme. Die sehr verschiedenen Größenverhältnisse von Anhäufungen zusammengewehten Sandes — von dem minimalsten flachen Sandhäufchen bis zum stattlichsten Barchan von 10 und mehr Meter Höhe — bezeugen, daß hier auch heute noch Barchane entstehen und wachsen.

JOH. WALTHER<sup>1</sup> nennt die Bogendüne, den Barchan, den Typus eines auf freier Fläche entstehenden Sandberges —, alle übrigen Dünenformen müssen prinzipiell von der Bogendüne abgeleitet werden.

Die Richtigkeit dieses Satzes wird durch die „Medanos“ der Pampa von Islay auf das vollkommenste bestätigt.

Auf der „freien Fläche“, hier auf dem außerordentlich sanft ansteigenden ebenen Wüstenboden herrschen nur Barchane. Durch die in konstanter Richtung wehenden Winde wird der Sand der Wüste an kleinen Unebenheiten zusammengeweht, neu herangewehter Sand wird allmählich zur typischen Bogendüne aufgehäuft. Kein irgendwie bedeutendes Hindernis stellt sich den in der Windrichtung vorschreitenden Barchanen hier entgegen, durch welches die regelmäßige Gestalt deformiert werden müßte. Die durch den horizontal über den Wüstenboden streichenden Wind fortbewegten Massen von Sand sind nicht groß genug, daß Sandberg dicht an Sandberg gedrängt würde, und daß dadurch die Primitivform der Düne gestört würde. Daß die Bogendüne die Primitivform der auf freier, hindernisloser Ebene durch in konstanter Richtung wehenden Wind fortbewegten Sandmassen ist, konnte an einem Beispiel sehr gut erkannt werden. Nahe bei der Station S. José war ein Barchan an die Bahnlinie herangetreten. Um eine Verschüttung der Bahnlinie zu vermeiden, war der Sand durch Arbeiter auf die andere Seite des Schienenweges hinübergeworfen worden. An diesem, nun wirren Sandhaufen sah man, wie unter dem Einfluß des Windes die Gestalt des Barchans regeneriert wurde: an den Seiten streckten sich schon wieder die charakteristischen Halbmondhörner der typischen Bogendüne gegen vorne hin aus<sup>2</sup>.

Eben dieses Gebiet der Pampa von Islay zeigt weiter auf klarste, daß aus der einzelnen Bogendüne, aus dem Barchan, die ketten- und reihenförmigen Dünenzüge abzuleiten sind.

Langsam wandern die Barchane über die Pampa von Islay, bis die östlichsten an den Fuß der wild zerrissenen Cerros de la Caldera gelangen. An dem Schutt, der den Fuß dieses Gebirgszuges umsäumt, an den Berghängen dieser Cerros wird der Sand der Barchane gestaut. Die vorgestreckten Hörner der Barchane werden an den

<sup>1</sup> JOH. WALTHER, Wüstenbildung. p. 125.

<sup>2</sup> CONWAY gibt l. c. p. 55 eine gleiche Beobachtung an.

ihnen entgegenstehenden Hindernissen gestaucht, verkürzt, verbreitert, unregelmäßig deformiert. Langsam vordrängend rückt der Hauptkörper des Barchans nach, er wird an den Seiten zunächst gleichfalls mehr und mehr gestaut, deformiert und aus der ebenmäßigen Sieldüne wird ein breit gezogener Sandberg, dessen Basis je nach der Form der das Vorrücken behindernden Terrainkonfiguration zunächst auf der Leeseite unregelmäßig gestaltet wird. Barchan auf Barchan wird von dem Winde langsam gegen die Cerros de la Caldera getrieben. Barchan auf Barchan zerschellt an dieser Wüstenküste und wird umgeformt zu breitgestreckten, unregelmäßigen Sandbergen. Sandberg reiht sich an Sandberg, und aus zahllosen Barchanen, welche isoliert über den ebenen Wüstenboden wanderten, sind lange, zusammenhängende Dünenzüge entstanden, welche den Fuß der Cerros de la Caldera umsäumen, ihn langsam höher und höher hinauf mit Sand verhüllen.

In der Wüste hier und an ihrer „Küste“, der Gebirgsgrenze, dasselbe Bild wie 1600 m tiefer auf dem Ozean und an dessen Küste. Draußen auf „freier Fläche“, auf dem offenen Meer, einzelne Wellenberge; in der Nähe der Küste, nahe der Brandungszone langgezogene, hunderte von Metern lange, zusammenhängende Wellenkämme, welche, der Form der Küstenlinie folgend, gegen das Küstengestein gewälzt werden. Und wie unten an der Küste des Ozeans der Gischt der zerschellenden Wogen hoch hinaufgeschleudert wird und durch alle Klüfte und Risse des Gesteins schäumt, so hier oben am Rande der Wüste der brandende Wüstensand zerschellter Barchane.

Hoch hinauf wird an den Cerros de la Caldera der Sand getrieben, die Schluchten und Bergklüfte füllt er langsam aus und täuscht von ferne leuchtende Schneefelder in dem dunklen, schwarzen Gewirr der vegetationslosen Schroffen und Felsen vor.

Durch Sand verschüttete Häuser und Corrals in den Talrissen der Cerros de la Caldera lassen aus der Richtung, in welcher die Verschüttung vor sich geht, erkennen, daß aus dem Süden, aus der Wüste, aufwärts getriebener Dünen sand es ist, welcher den Menschen hier von seinen Niederlassungen vertreibt.

Über den Anteil vulkanischer Aschen an der Zusammensetzung des Wüstensandes, der Barchane in den Pampas von Cachendo und Islay und des in den Cerros de la Caldera angehäuftes Sandes konnte ich bei der Kürze der mir zur Verfügung stehenden Zeit kein bestimmtes Urteil gewinnen.

---

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1906

Band/Volume: [1906](#)

Autor(en)/Author(s): Pompeckj Josef Felix

Artikel/Article: [Barchane in Süd-Peru. 373-378](#)