

Werk

Titel: Beiträge zur Kenntnis der Argentinischen Cordillere zwischen 24° und 26° südl. Br...

Autor: Kühn, Franz

Ort: Berlin

Jahr: 1911

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?391365657_1911 | LOG_0050

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

**Beiträge zur Kenntnis der Argentinischen Cordillere
zwischen 24° und 26° südl. Br.
(Calchaquí-Tal und Puna de Atacama.)**

Von Dr. **Franz Kühn** in Buenos Aires.

(Hierzu Tafel 1.)

Die nachstehenden Ausführungen enthalten Beobachtungen hauptsächlich über die Oberflächengestalt eines Gebietes der Cordilleren, das verhältnismäßig noch wenig bekannt und durchforscht ist. Die als „Puna de Atacama“ bezeichnete, zwischen den beiden Hauptcordilleren liegende gewaltige Hochlandsanschwellung, in die sich Argentinien, Bolivien und Chile teilen, setzt in der Tat durch ihre Unwirtlichkeit und Sterilität, die sich stellenweise bis zum Charakter der echten Wüste steigert, der eingehenden Forschung nicht geringe Hindernisse in den Weg, ganz abgesehen von dem Gespenst jener als „Puna“ bezeichneten Höhenkrankheit, die nach landläufigen Berichten den Eindringling trotz Kokakauens unrettbar befallen und seine Tatkraft lähmen soll. Trotzdem existiert aber schon eine, wenn auch beschränkte, Spezialliteratur über dieses Gebiet, sowohl in spanischer wie in deutscher Sprache. Ich führe im folgenden die hauptsächlichsten Werke, die das in Frage stehende Gebiet berühren, an, ohne damit aber eine vollständige Bibliographie geben zu wollen.

Außer den älteren Berichten von Philippi¹⁾, v. Tschudi²⁾ und Burmeister³⁾ sind als neuere Beiträge zu nennen:

Brackebusch: Die Cordillerenpässe zwischen der Argentinischen Republik und Chile vom 22.—25.° s. Br., mit Karte. Ztschrft. d. Ges. f. Erdk. z. Berlin. 1892, S. 249.

—, Eine neue Karte der Argentinischen Republik, mit 2 Karten. Peterm. Mitt. 1892, S. 177.

¹⁾ Peterm. Mitt. 1856, S. 52.

²⁾ Peterm. Mitt. Erg. Bd. 1860/61, No. 2.

³⁾ Peterm. Mitt. 1860, S. 369.

Brackebusch: Über die Bodenverhältnisse des NW.-Teiles der Argent. Rep. mit Bezugnahme auf die Vegetation, mit 2 Karten. Peterm. Mitt. 1893, S. 153.

Die Salzwüste Atacama, mit Karte. Peterm. Mitt., 1879, S. 301.

Darapski, Zur Geographie der „Puna de Atacama“, mit 2 Karten. Ztschrft. Ges. f. Erdk. z. Berlin. 1899, S. 281.

Reichert¹⁾, Aus dem Hochgebirge der Wüste von Atacama. Ztschrft. des Deutsch. u. Österr. Alpenvereins. Bd. 37, 1906.

In spanischer Sprache:

Holmberg, Viaje per la Gobernación de los Andes (Puna de Atacama) gibt S. 4—8 eine ziemlich ausführliche Bibliographie argentinischer und chilenischer Werke (meist älteren Datums).

E. M., Catamarca y la Puna de Atacama (mit Angabe der Grenzregulierung und der Hauptwege nebst Entfernungen). Boletin del Inst. Geogr. Argentino. XX, 1—6, S. 13.

San Román, Desierto y Cordilleras de Atacama. Santiago 1896.

—, Carta Geográfica del Desierto y Cordilleras de Atacama. Santiago 1892.

Bertrand, Memoria sobre las Cordilleras del Desierto de Atacama. Santiago 1885.

Kritisiert von Brackebusch, Zur Kartographie von Atacama. Peterm. Mitt. 1891, S. 225.

Reichert, Los yacimientos de boratos y otros productos explotables del Territorio de los Andes. Anales del Ministerio de Agricultura, Sección Geología Mineralogía y Minería. Tomo II No. 2, Buenos Aires 1907, mit einer Übersichtskarte und 4 Spezialkarten von Salaren in großem Maßstab.

Ambrosetti²⁾, Viaje á la Puna de Atacama, de Salta á Caurchari. Boletin del Inst. Geogr. Argent., Tomo XXI, S. 87.

Geologische Spezialuntersuchungen über das in Rede stehende Gebiet existieren nicht. Brackebusch gibt in der zitierten Arbeit über die Cordilleren-Pässe eine allgemeine Übersicht, desgleichen erstreckt sich seine „Mapa Geológico del Interior de la República Argentina“ (Gotha 1891) auf Teile des Gebietes; außerdem kommt in Betracht: Valentin, Bosquejo Geológico de la Argentina. Buenos Aires 1897.

Die von mir im Dezember 1909 und Januar 1910 ausgeführte Reise ging von der argentinischen Provinzial-Hauptstadt Salta durch die Prae-Cordilleren nach Cachi im Calchaquí-Tal, von da folgte ich dem Rio Cachi

¹⁾ Bespr. v. Hauthal, Peterm. Mitt. 1909, Heft V. L. B. 322.

²⁾ Bespr. von Sievers, Peterm. Mitt. 1909, Heft V, L. B. 323.

talaufwärts bis Poma, überschritt die östliche Hauptcordillere und erreichte als nördlichsten Punkt Pastos Grandes. Die Puna nach Süden durchziehend, gelangte ich nach Antofagasta de la Sierra und wandte mich von dort nach Westen, bis ich im chilenischen Salpeterhafen Taltal den Stillen Ozean erreichte. Dieser letztere südwestliche Teil ist durch die Arbeit Darapskis mit seiner vorzüglichen Karte bereits eingehend untersucht; meine Routenaufnahme der Strecke Cachi—Antofagasta de la Sierra bildet also eine Fortsetzung nach Norden und bezieht sich auf ein fast noch ganz unbetretenes Gebiet (vgl. das Verzeichnis der Reisewege auf der Karte zu Brackebuschs „Cordillerenpässe“). Politisch gehört dieser Teil der Cordilleren zu Argentinien, das Calchaquí-Tal zur Provinz Salta, der betreffende Abschnitt der Puna zum Territorium de los Andes (1899 nach der Grenzregulierung mit Chile geschaffen). Der zwischen diesen beiden Gebieten sich erstreckende, einen Teil der östlichen Hauptcordillere bildende Zug des Nevado de Cachi mit seinen gewaltigen, über 6000 m aufragenden Schneegipfeln bildet eine geographische Scheidewand ersten Ranges; die hauptsächlichsten Unterscheidungsmerkmale möge folgende Gegenüberstellung andeuten:

Calchaquí-Tal.	Puna.
Ausläufer der tropischen Sommerregen (2—300 mm jährlich im Mittel, verteilt auf Januar, Februar, März).	Zu allen Jahreszeiten sehr niederschlagsarm, nur seltene Gewitter (meist Schnee oder Graupeln).
Permanent fließendes Wasser (Rio Cachi nebst Zuflüssen).	Abflufsloses Zentralgebiet mit Salzwannen. Fast ausschließlich periodische Rinnsale.
Erosionslandschaft.	Schuttanhäufung infolge trockener Verwitterung.
Vorwiegend Materialtransport in den Talwegen (linear).	Äolischer Materialtransport (regional).
Talauen mit Kulturen.	Hochsteppe mit ärmlichen Oasen, zum Teil Wüste.
Siedelungen.	Aufserordentlich spärlich besiedelt.

Es stoßen also hier zwei Gebiete dicht zusammen, die starke Kontraste aufweisen, und in der Art des Reisens kommt dies auch deutlich zum Ausdruck. Während man im Calchaquí-Tal bequem, noch sozusagen in der Kultur, reist, überall mit der typischen argentinischen Gastfreundschaft aufgenommen wird und stets Wasser und Futter für die Tiere findet, ist man in der Puna ganz auf sich selbst angewiesen, muß reichlich Proviant und Futter mit sich führen, stellenweise auch Wasser und Holz, und kann nicht gleichmäßige Tagemärsche machen, sondern muß von Oase zu Oase

(„vega“ genannt) reisen und muß vor allem ausgesuchte Maultiere haben, die die dünne Höhenluft und das harte Punagras vertragen können und dabei erheblichen Strapazen ausgesetzt sind.

I. Das Calchaquí-Tal von Cachi bis Poma.

1. Das Haupttal.

Der meridionale Talzug stellt eine tiefe Einsenkung dar zwischen der östlichen Hauptcordillere (mittlere Kammhöhe des Zuges des Nevado de Cachi etwa 5000 m) und den ebenfalls beträchtliche Höhen erreichenden Vordcordilleren (Sierra de las Capillas im Norden, Sierra de Tintin im Süden); im Norden wird das Tal geschlossen durch den Querriegel des Nevado de Acay (Pafs nach San Antonio de los Cobres 4900 m), auf dessen Schneefeldern der Rio Cachi entspringt. Die Talsohle liegt zwischen 3000 m (Poma) und 2400 m (Cachi), was eine relative Einsenkung des Tales zur Hauptcordillere von rund 2500 m bedeutet. Es lassen sich zwei Typen unterscheiden: zwischen Cachi und Palermo fließt der Fluß, oft in vielen Armen, auf einer 800—900 m breiten Geröllsohle zwischen Schotterterrassen, die stellenweise in 2—3 Etagen übereinander verlaufen, und deren unterste Stufe Steilabstürze bis zu 80 m Höhe aufweist. Das Material ist teils loser Gebirgsschutt, teils ein nagelfluhartiges Konglomerat, vermutlich glazialen Ursprungs¹⁾; außerordentlich typisch ausgebildet sind in diesen „barrancas“ Regenrinnen, bei starkem Neigungswinkel vertikal, eine parallel der anderen, bei sanfterer Böschung vielfach durcheinander divergierend und so bizarre, den bekannten Erdpyramiden ähnliche Gebilde erzeugend²⁾.

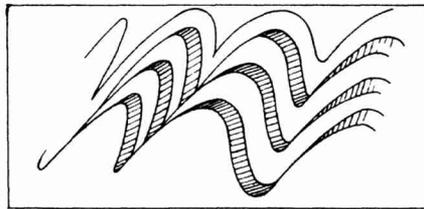
Der zweite Typus ist der eines Felsencañons, nördlich von Palermo, bis in die Gegend von Poma, el „Cajon“ genannt, wo wieder Schotterterrassen auftreten. Hier hat sich der Fluß sein Bett durch einen auffallend ziegelrot gefärbten Sandstein (meist stark nordwestlich einfallend) genagt und fließt stellenweise durch pittoreske Schluchten von prächtigem Farbenreiz, indem die von der grellen Sonne getroffenen, rotleuchtenden Felswände sich wirkungsvoll von den blauen Bergen der ferneren Talgehänge abheben. Wenn man diese Erosionsschluchten und den heutigen flachen Rio Cachi sieht, der nur selten nach reichlichem Regen den Charakter eines reissenden Gebirgsflusses annimmt, in der etwa neunmonatlichen Trockenzeit aber eher einem großen Bache gleicht, so drängt sich unwillkürlich die Überzeugung auf, daß der Fluß früher viel wasserreicher gewesen sein muß. Mit der die Voraussetzung bildenden Klimaänderung hängt auch die erwähnte Vergletscherung in der Vergangenheit zusammen, die nur bei einem

¹⁾ vgl. Brackebusch, Peterm. Mitt. 1893, S. 154.

²⁾ vgl. Brackebusch ebenda.

weit feuchteren Klima möglich sein konnte, während heute auf den höchsten Bergen nur Firn existiert. Wir werden später sehen, daß tatsächlich unwiderlegliche Beweise einer ehemaligen bedeutenden Vergletscherung dieses Cordilleren-Gebietes existieren.

Eine bedeutende Rolle spielt bei der durchschnittlich beträchtlichen täglichen Wärmeschwankung die atmosphärische Verwitterung, und die oft ziemlich breiten Terrassen, die sich von den Berghängen zum eigentlichen Tal hin erstrecken, sind durchaus mit Schutt bedeckt. Sie sind von zahlreichen tiefen Trockenbetten, „quebradas“, durchschnitten, in denen dann bei stärkeren Regenfällen ein Teil des Schuttes zur Hauptrinne verfrachtet wird. Bei anstehendem Fels kann man auch gut die Wirkung der Deflation sehen; die Arbeit des Windes zeigt sich auch an denjenigen Stellen der Gebirgshänge des Tales, wo stark gefaltete Schichten (jüngere Sandsteine und Kalke) zutage treten. Man bemerkt dort ein stufenartiges



Abbild. 16. Schematische Darstellung der staffelförmigen Falten.

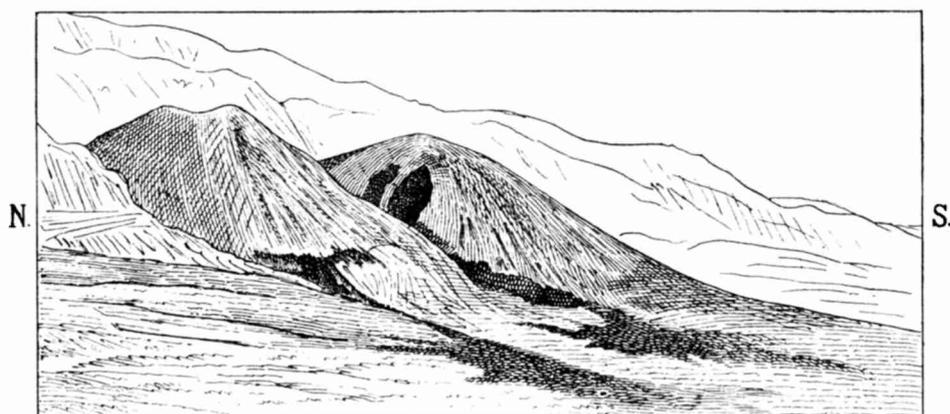
Hervortreten der Schichten von außen nach innen: der Gewölbekern, der wegen der stärkeren Zusammenpressung auch die festeste Struktur besitzt, wurde am wenigsten angegriffen und ragt heraus; jede nach außen folgende Schicht wurde im wachsenden Maße angegriffen, so daß eigenartige, treppenförmige Gebilde entstehen, noch auffallender durch die buntwechselnden Farben der einzelnen Lagen von braun, grün, fleischrot, hellgrau. (Abbild. 16.)

Die Streichungsrichtung in diesen Falten, die ich an zwei Stellen des westlichen Talgehänges bemerkte, läßt auf einen komplizierten tektonischen Bau schließen. Vielleicht liegen hier Teile einer stark gebogenen Faltenzone vor, in denen die Streichungsrichtung der Schichten erhebliche Abweichungen von der sonst doch im allgemeinen meridionalen Cordilleren-Richtung aufweist.

Auch ein kleiner Herd vulkanischer Tätigkeit befindet sich im Tale; etwa 6—7 km südöstlich von Poma erhebt sich, dicht am Fusse der östlichen Talwand, der Doppelkegel „El Volcán“ in einem Gebiete, das auch häufigen Erderschütterungen ausgesetzt ist, wie die von Rissen durchsetzten

Mauern der Kirche und einiger Häuser von Poma zeigen. Schon von weitem lenken diese beiden Kegel, die sich dicht nebeneinander auf der weiten, sanft geneigten Geröllterrasse erheben, den Blick auf sich, sowohl durch ihre symmetrische Form mit radialen Regenrinnen, als durch ihre dunkle, braunrote Farbe, die sie sich scharf abheben läßt von den grauen Gebirgshängen hinter ihnen. Die nördliche Flanke des südlichen Kegels ist außerdem durch ein merkwürdiges Phänomen ausgezeichnet: zwei ungeheure schwarze Löcher sind in den Abhang eingesenkt, die den Anschein zweier wohlerhaltener Seitenkrater erwecken (s. Abbild. 17).

Die Höhe des südlichen Kegels beträgt 3500 m, die des nördlichen 3590 m, die relativen Höhen über der 3200 m hoch gelegenen Basis also 300, bzw. 390 m. Die Abhänge, die die den Vulkanen eigene konkave Kurve bilden, zeigen in den mittleren Partien ein kräftiges Emporstreben mit



Originalskizze d. Verfassers

Abbild. 17. „El Volcán“ bei Poma.

einem Neigungswinkel von etwa 35° und sind also ziemlich schwer ersteiglich.

Trotz ihrer äußeren großen Ähnlichkeit, die sie als Zwillinge erscheinen läßt, zeigen die beiden Berge einen verschiedenen Bau. Der nördliche besteht aus Blocklava, die teils zusammenhängende anstehende Massen bildet, teils Verwitterungs-Schutthalden; mitten darin erscheint, den südlichen Abhang durchsetzend, ein Rest des Grundgebirges in steilen Schieferschichten. Der südliche Kegel besteht in seinen unteren Teilen aus schrägen Schichten eines gelben, breccienartigen Tuffes, darüber ist ein Aufschüttungskegel aus losen Auswürflingen von Bimssteincharakter¹⁾

¹⁾ Bimsstein [•]spanisch: *pomez*, daher vielleicht der Name „Poma“.

und kohlschwarzer Farbe aufgebaut, faustgroß bis grobsandig. Die beiden, von weitem Krateröffnungen ähnlichen schwarzen Löcher sind nichts anderes als Rutschungen im übersteilen Gehänge und bieten durch ihre schwarze Farbe einen höchst seltsamen, ungeheuren Kohlenhaufen ähnlichen Anblick. Dagegen haben auf den Spitzen beider Berge wirkliche Krater existiert, die allerdings schon sehr zerstört und eingeebnet sind und nur mehr flache, elliptische Depressionen bilden; der südliche ist der deutlicher erhaltene. Zwei Ströme stark zerklüfteter, poröser Blocklava erstrecken sich etwa 600—800 m weit ins Vorland herab, und ein isolierter Rest befindet sich etwa 4 km südwestlich an der Stelle, wo der Weg aus dem Flufstal auf die Geröllterrasse steigt.

Die beiden Berge sind nur durch eine enge, steilwandige, zickzackförmige, jetzt trockene Erosionsschlucht getrennt, deren Wände aus einem gelben Tuff bestehen, und in der nachträglich noch ein kleiner Lavastrom herabgeflossen ist. Dieser, ein typischer Fladenlavastrom von dichter Gesteinsbeschaffenheit, macht einen ganz frischen Eindruck, da er noch ganz unverwittert die gerunzelte oder gekröseartige Erstarrungsform des Schmelzflusses erkennen läßt.

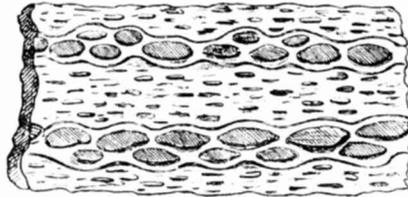
Über eruptive Tätigkeit dieser Vulkane habe ich bei den Eingeborenen nichts in Erfahrung bringen können; zweifellos stehen aber die ziemlich häufigen Erderschütterungen in dieser Zone (auf die wahrscheinlich auch jene beiden großen Rutschungen zurückzuführen sind) in Beziehung zu einem noch nicht zur Ruhe gekommenen vulkanischen Herde, der seinerseits wieder mit den starken tektonischen Störungen dieser ganzen Gegend in Beziehung steht.

Die während meines Aufenthaltes im Tal, vom 14. bis 24. Dezember, gemachten meteorologischen Beobachtungen ergeben als mittlere Temperatur für diese Zeit 18°, mittleres Maximum 25° (absolutes Maximum 32½°), mittleres Minimum 11° (absolutes Minimum 7½°). Die Insolation ist bei dem hohen Sonnenstande ziemlich stark, die Erdboden-Temperatur betrug in der Mittagsstunde im Mittel 44° (Maximum 51°), mittlere relative Feuchtigkeit 68½%. Winde von Stärke 4—6 (12 teilige Skala) wehten fast täglich, Hauptrichtungen NNO, SSO und S. Niederschläge im Tal habe ich nicht erlebt, auf den Höhen fiel einmal Schnee, der Himmel zeigte vielfach Gewitterneigung im Osten.

Die Vegetation ist außerhalb des Bereiches des fließenden Wassers baumlos und xerophil. Die Pflanze, die dem Landschaftsbilde seinen eigentümlichen Charakter verleiht, ist der dicht mit fingerlangen Stacheln besetzte Säulenkaktus *Cereus* („cardón“), oft armleuchterartig ausgebildet und 8 m Höhe erreichend, bei einem Stammdurchmesser von etwa 40 cm. Bei älteren Exemplaren verholzt der Stamm allmählich und liefert in dieser

baumlosen Gegend das Material für Zimmermannsarbeiten, besonders Dachbalken, Fußböden, Türen, Bänke. Man erkennt dieses Holz sofort an seiner grofszelligen Struktur, die von ganz origineller Wirkung ist (Abbild. 18).

Im übrigen sieht man auf den Geröllterrassen und an den Hängen niedriges Dorngestrüpp mit minimaler Blattentwicklung vereinzelt hier und da stehen, die graue oder bräunliche Farbe dieser harten, sperrigen Sträucher hebt sie kaum ab vom Geröll, sie machen alle den Eindruck, abgestorben und verdorrt zu sein, bis man bei eingehenderer Betrachtung die winzigen Blättchen und sogar kleine Blüten entdeckt. Am Wasserrande im Tale ist die Vegetation etwas üppiger; dichtes, mannshohes Gestrüch verbirgt oft den Rio Cachi, und die grünen Büsche der Cortadera



Abbild. 18. Struktur des Säulenkaktus.

(*Gynereum*) mit ihren hohen Federwedeln wiegen sich im Winde. Die Talböden sind die einzigen Stellen, wo die Vegetation „grünt“ im eigentlichen Sinne des Wortes, wo sie im Landschaftsbilde wirkt. Außerhalb dieser Linien wird die Physiognomie der Landschaft einzig beeinflusst durch die Säulenkakteen; die grauen, niedrigen Gestrüppe wirken daneben garnicht im Vegetationsbilde.

Die Besiedelung des Tales ist an fließendes Wasser gebunden, seien es die natürlichen Wasserläufe, sei es künstliche Bewässerung. Der Hauptort ist die „Stadt“ C a c h i mit 400—500 Einwohnern, gelegen am Zusammenflus des vom Nevado kommenden Gebirgsbaches Cachi-adentro mit dem Rio Cachi in etwa 2400 m Meereshöhe. Die Häuser sind, wie auch sonst überall in der Gegend, aus großen ungebrannten Lehmziegeln (adobe) erbaut mit Zimmerwerk aus Cardon-Holz und sämtlich einstöckig, mit wenigen kleinen Fensteröffnungen, oft nur mit einer Tür; Fensterglas ist ein rarer Artikel, da es den etwa dreitägigen Maultiertransport von Salta, wobei die steile, etwa 3400 m hohe „Cuesta del Obispo“ zu überschreiten ist, nur schlecht verträgt. In der Mitte des Ortes befindet sich die mit Bäumen bepflanzte „Plaza“, und auch sonst ist die Umgebung, besonders nach der Seite des Cachi-adentro zu, durch Reichtum an (angepflanzten) Bäumen, besonders Pappeln, ausgezeichnet, so daß der Reisende schon

von weitem, ehe er die Häuschen sehen kann, einen freundlichen, grünen Fleck in der sonst so dürren Landschaft bemerkt. Man kann sich denken, wie einförmig und primitiv das Leben in diesem Flecken sein muß, wenn man in Betracht zieht, daß der ganze Verkehr auf das Maultier angewiesen ist; Fahrwege existieren nicht, mit Ausnahme des Talweges nach Molinos. Die fleißige Ausnutzung des fließenden Wassers durch zahlreiche Bewässerungskanäle gestattet ringsum den Feldbau, der sich bei dem Mangel an Naturweiden und dem ziemlich starken Verkehr von Maultier- und Eselkarawanen (spanisch ‚tropillas‘) hauptsächlich auf Futterpflanzen (meist Luzerne, ‚alfalfa‘ genannt) beschränkt.

Bekannt geworden ist Cachi als Ausgangspunkt mehrerer archäologischer Expeditionen (besonders unter Ambrosetti) zur Erforschung der Kultur der alten Calchaquí-Indianer, von denen das Tal noch heute den Namen führt. Es folgen dann nach Norden die beiden ärmlichen Flecken Payogasta am linken Ufer, etwa 10 km, und Poma am rechten Ufer, etwa 46 km nördlich von Cachi. Zwischen beiden liegt auf einer der breiten Terrassen der rechten Talseite die Estancia „Palermo“ (hier ‚finca‘, etwa = Vorwerk, genannt) und nordöstlich gegenüber Poma die Finca „Lozano“. Alle diese Örtlichkeiten haben gute „vegas“, d. h. bewässerte Kulturböden mit Alfalfafeldern, wo die großen Viehtransporte, ehe sie den beschwerlichen Weg über die Puna nach Chile und Bolivien antreten, erst gut aufgefüttert werden. Auch ein paar Bäume sind stets angepflanzt. Sonst findet man ab und zu im Tale noch einen einzelnen, armseligen Rancho. Die großen, guten Vegas sind Großgrundbesitz und werden in einzelnen Parzellen verpachtet; die Pacht wird meist in Schafen entrichtet, die den Hauptbesitz des kleinen Mannes bilden, da sie bei ihrer Genügsamkeit auch außerhalb der Vega in den Quebradas der Berge ein spärliches, hartes Futter finden. Spinnerei und Weberei sind die hauptsächlichsten Beschäftigungen, erstere mit der Handspindel eigentlich fortwährend, auch beim Gehen, von Männern, Frauen und Kindern ausgeübt, letztere von den Geschickteren an primitiven Webestühlen (‚telar‘) aus Cardón-Holz. Die Bevölkerung ist mit Ausnahme der Großgrundbesitzer und einiger Kaufleute in den Ortschaften durchaus indianisch, aber ohne die eigenartige Kultur ihrer Vorfahren, der Calchaquí, und ohne eigene Sprache.

2. Ein Vorstoß zur Hauptcordillere.

Die riesige Hochgebirgsmauer, die das Calchaquí-Tal im Osten begleitet, gipfelt in zwei schneebedeckten Massiven, den Nevados de Cachi, von mehr als 6000 m Höhe. In der Richtung auf den südlicheren führt von Cachi aus das erwähnte Seitental Cachi-adentro in nordwestlicher Richtung hinein in die in breiter Masse ansteigende Hochgebirgswelt. Diesen Weg

benutzte ich zu einem Ersteigungsversuch des Nevado, dessen weiße Gipfel das schöne Gebirgs-Panorama von Cachi majestätisch krönen.

Das Tal erstreckt sich in mäfsiger Steigung in Luftlinie etwa 21 km weit und erreicht seinen Abschluss in etwa 3750 m Höhe am Fusse des eigentlichen Gipfelmassivs. Es zerfällt in drei Abschnitte, die aber nicht etwa durch Talstufen markiert sind, sondern die sich aus dem Wechsel des gesamten Landschafts-Charakters ergeben. Der unterste Abschnitt reicht von Cachi bis etwa Casa Sauchez (2660 m) und gehört der Kulturzone an. Das bis zu etwa 3 km breite Tal bildet eine schöne, grüne Vega, mit hie und da zerstreuten Ranchos und Baumgruppen (bes. Algarrobes). Scharf hebt sich dies freundliche Gebiet der Bewässerung von den sterilen, nur mit einzelnen Säulenkaktus bewachsenen Bergen ab, die das Tal in weitem Bogen umschließen und fast keinen einzigen anstehenden Fels zeigen, sondern vom Fuß bis zum Gipfel mit Geröll bedeckt sind, was wiederum gerundete, wenig malerische Formen bedingt. Ein bequemer, breiter Weg zwischen Mauern aus kopfgroßen Geröllen führt durch die breite Talau sehr gemächlich bergan. Hinter Casa Sanchez treten wir in den zweiten Talabschnitt, der einen ganz anderen Anblick gewährt. Das freundliche Grün der Alfalfafelder ist wie mit einem Schlage verschwunden, die menschlichen Wohnungen hören auf (der Rancho ‚Las Pailas‘ bildet in 3040 m Höhe die letzte Niederlassung), Schutt und Geröll bedeckt den weiten Talgrund, und die Säulenkakteen beherrschen hier in Tausenden von Exemplaren das Landschaftsbild. Die Seitenwände werden felsig, stark gefaltete oder fast senkrecht aufgerichtete alte Tonschiefer von Phyllitcharakter treten beiderseits zutage, teils mit zerklüfteten Schichtenköpfen, teils in glatten Wänden. Der Weg, nur mehr ein steiniger Saumpfad, biegt kurz vor Las Pailas um einen Felsvorsprung, und mit einem Male hat man den Talhintergrund vor Augen, ein gewaltiges Hochgebirgs-panorama. Man überblickt das ganze obere Talende, eine breite, mit Trümmern und groben Blöcken bedeckte, langsam ansteigende Mulde, mit dornigem Gestrüpp bewachsen, aus dem die eigenartigen riesigen Kaktussäulen starr emporragen. Prächtig schließt das Massiv des Nevado die Szenerie ab, in unbeschreiblicher Klarheit und Farbenpracht von blau und weiß erstrahlend. Zwei Schneegipfel in einfachen, massigen Formen ragen empor, getrennt durch einen mächtigen isolierten Kegel, links schließt sich ein scharfer Zackengrat aus ganz hellem Gestein an. Obgleich die Blöcke¹⁾ alle zu stark der atmosphärischen Verwitterung anheimgefallen sind, als

¹⁾ Besonders auffallend Pegmatite mit großen Turmalin-Nadeln und durch Kontakt-Metamorphose gebildete Knotenglimmerschiefer-Gesteine, die an den Talwänden nicht vorkommen.

dafs man an ihnen etwa noch Gletscherspuren nachweisen könnte, so unterliegt doch keinem Zweifel, dafs wir es hier mit Moränenmaterial zu tun haben; wir hätten demnach in diesem breiten Hochtal ein altes Gletscherbett vor uns. Die obere Grenze dieses Abschnittes wird durch das Ende der charakteristischen Kaktusvegetation in etwa 3400 m Höhe gebildet. Von da ab wird die Blockanhäufung immer chaotischer, und besonders treten wallartige Bildungen in der Richtung des Tales in die Erscheinung, zweifellos subglaziale Anhäufungen. Mühselig klettern die Maultiere durch diese Blockwüste bergan, ringsum eine ungeheure Gebirgseinöde; hier ist das Reich des Kondors, von denen ich etwa ein Dutzend prächtige Exemplare, majestätisch ruhig, fast ohne Flügelschlag in riesigen Spiralen dahinschwebend, beobachten konnte. Allmählich rückt der Talschlufs heran, der in drei zirkusähnlichen Mulden seine letzten Ausläufer in das Zentralmassiv sendet, rechter Hand „El Potrerillo“, in der Mitte „El Chascón“ und linker Hand „Peñas Blancas“. Im Chascón gelangt man in 3860 m Höhe an eine kleine Vega, neben der einige „Pircas“ angelegt sind, halbkreisförmige niedrige Steinwälle zum Schutz gegen den Wind, genannt „Puerta de Chinchillar“. Hier wurde das Lager aufgeschlagen. Die Nacht war ziemlich milde, 9 Uhr abends waren noch $9\frac{1}{2}^{\circ}$ (Mittagstemperatur in Casa Sanchez gemessen $22\frac{1}{2}^{\circ}$), und das Minimum sank nur bis auf $6\frac{3}{4}^{\circ}$. Der Weiteraufstieg erfolgte am nächsten Morgen, von hier ab zu Fufs, unter ziemlich ungünstigen Auspizien. Dicker Nebel lagerte im Tal und zog gegen den Nevado hin in einzelnen Fetzen. Etwa eine Stunde ging es leidlich bergan; über mehrere grofse Blockwälle kletternd, gelangte ich in ein steiles Wildbachtal mit kleinem Wasserlauf, der, von Nordwesten herunterkommend, mit groben Blöcken angefüllt war, und gelangte ziemlich mühsam bis 3970 m Höhe. Da aber hüllte mich der Nebel vollkommen ein, der zugleich eine unangenehme Temperatur-Erniedrigung auf nur 3° mit sich brachte. Zwei und eine halbe Stunde mußte ich hier auf dem Flecke liegen bleiben; dann aber hellte sich das Wetter auf, und die Sonne kam sogar durch. Weiter kletterte ich durch die Blockwildnis hinan, wo unzählige Bergviscachas ihre graziösen Sprünge von Fels zu Fels vollführten, bis ich in 4350 m Höhe ein kleines Plateau erreichte, das sich jenseits zu einer grofsen, im Bogen nach Norden ansteigenden Talmulde hinabsenkte. Schon von hier aus bemerkte ich typische Seitenmoränen, die die westliche Talwand in verschiedenen Höhen begleiten, und dies Gletscherbett bildete meinen weiteren Weg, der jetzt, in der ziemlich breiten Mulde, mit mäfsiger Steigung weit bequemer war. Bald stiefs ich auch auf prächtige, wohlerhaltene Rundhöcker (4480 m). Auf der Talwand rechter Hand erscheinen die ersten Firnflecke, in zarten, weifsen Linien die schieferige Struktur der

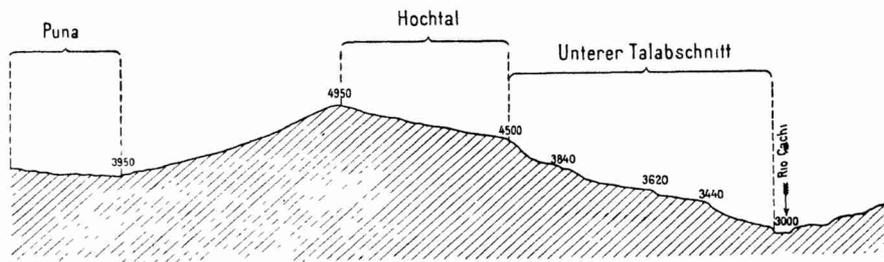
Felsen andeutend, während die Talwand linker Hand nur aus Moränenschutt besteht. Der mit Glazialschotter bedeckte, bisher ziemlich ebene Talboden endet nun plötzlich an einer steilen, etwa 150 m hohen Talstufe, die den glattgeschliffenen Gletscherboden unverhüllt zeigt. Die Überwindung derselben kostete mir viel Mühe, nicht nur wegen der glatten, steilen Felsen, sondern besonders wegen der Bergkrankheit („Puna“), die sich nun, bei der vermehrten Anstrengung, sehr unangenehm fühlbar machte, weniger durch direkte körperliche Beschwerden als vielmehr durch allgemeine Mattigkeit und Energieabnahme. In 4650 m Höhe hatte ich diese unangenehme Stufe, die mir fast eine Stunde Zeit gekostet hatte, überwunden und befand mich nun in einem mehr nach Norden gerichteten Kar, allenthalben mit Schneefleckchen bedeckt. Oben an der nördlichen Wand schien es eine schmale Scharte zu den oberen Regionen zu haben, und nach diesem Punkte, der durch einen größeren Schneefleck markiert war, traversierte ich langsam an der steilen Karwand hinüber. Ein recht unfreundlicher Empfang wurde mir aber in der Scharte zuteil. Ein heftiger Sturm, bei einer Temperatur von nur $+ \frac{1}{4}^{\circ}$, brauste aus der schmalen Öffnung, und nach oben sah ich nur ein trostloses Nebelmeer, von dem Schnee und Hagelböen den einsamen Wanderer unsanft begrüßten. Dieses ungünstige Wetter, sowie mein ziemlich erschöpfter Zustand, machte ein weiteres Vordringen aussichtslos. In $2\frac{1}{2}$ Stunden erreichte ich das Lager, während der Aufstieg, ungerechnet die Stunden des Wartens im Nebel, $6\frac{1}{4}$ Stunden in Anspruch genommen hatte. Das Hauptergebnis dieser Exkursion ist der Nachweis ehemaliger bedeutender Vergletscherung des Nevado, der heute keinen Gletscher mehr besitzt.

3. Der Übergang über die Hauptcordillere.

Der Zug des Nevado de Cachi bildet nicht nur eine Klimascheide, sondern auch ein starkes Verkehrshindernis zwischen dem Calchaquí-Tal und der Puna, bedingt durch die große Höhe dieser Gebirgsmauer und die Armut an Pässen. Brackebusch zitiert in dem angeführten Aufsatz über die Cordillerenpässe nur einen einzigen Pafs, der aus dem Tal zur Puna führt, es ist die bei ihm unter No. 12 genannte „Abra de las Pircas“ (Poma—Pastos Grandes). Ich bewerkstelligte meinen Übergang über einen bisher unbekanntem und nirgends erwähnten Pafs, ein wenig südlich von der Abra de las Pircas, genannt „Abra de las Peñas Blancas“, von der Finca Lozano aus; derselbe nahm zwei Tage in Anspruch und war eine anstrengende Leistung für die Maultiere. Die Höhe des Passes, die 4950 m beträgt, stellt ihn in die Reihe der höchsten Cordillerenpässe.

Da dieser Übergang die Verbindung bildet zwischen einem tief eingeschnittenen Tal auf der einen Seite und einem Hochland auf der anderen

Seite, so ist es klar, daß beide Pafsseiten asymmetrisch sein müssen; der relative Höhenunterschied zwischen Calchaquí-Tal und Pafs beträgt fast 2000 m, der zwischen Puna und Pafs nur 1000 m; wir haben also, wie Abbild. 19 zeigt, einen langen Aufstieg von Osten und einen kurzen Abstieg nach Westen. Aber nicht nur in den Dimensionen sind beide Seiten verschieden, sondern die beiderseitigen Zugangstäler weisen auch einen völlig verschiedenen morphologischen Charakter auf, was nicht wunder nehmen kann, da ja die Ostseite zur Erosionstallandschaft, die Westseite bereits zur Puna gehört. Hier eine enge, V-förmige, tief eingeschnittene Schlucht, die sich mit vielen Windungen durch die steilen Schieferwände



Abbild. 19. Profil des Pafsweges über die Abra de Peñas Blancas.
Horizontal-Maßstab etwa 1 : 600 000; 5 fache Überhöhung.

zwingt, oft so schmal, daß nicht einmal der Saumpfad neben dem Wildbache Platz findet — dort eine breite, trockene Talmulde, von runden Geröllhügeln begleitet.

Der Wechsel im Landschafts-Charakter tritt indes nicht unvermittelt am Kulminationspunkt ein, sondern vollzieht sich bereits auf der östlichen Abdachung in dem als „Hochtal“ im Profil bezeichneten Abschnitt, der schon Puna-Charakter aufweist und so den Übergang bildet. Diese beiden Talabschnitte, der untere, bis 4500 m reichende, und das Hochtal, bilden einen weit schärferen Kontrast. Der untere Abschnitt zeigt deutlich eine noch unausgeglichene Gefällskurve, wie es ja in jungen Quertälern die Regel ist. Besonders deutlich treten vier Stufen auf, die auch im Profil angegeben sind; sie stellen gleichzeitig Talengen dar, denen Talweitungen voraufgehen. Eine sehr typische Talweitung befindet sich oberhalb der Stufe von 3440 m, die wegen ihres ebenen, sumpfigen Talbodens zu der Annahme berechtigt, daß sich hier ehemals das Wasser zu einem See aufstaute, der dann durch die allmählich tiefer ausgearbeitete Erosionsrinne der anschließenden Schlucht seinen Abflufs fand. Die steilste dieser Talstufen ist die oberste, die zwischen ungeheuren, steil aufgerichteten Schieferwänden rasch von 4150 m bis 4400 m ansteigt. Hat man diese überwunden,

so befindet man sich in einem großen Amphitheater, auf beiden Seiten von halbkreisförmigen Felswänden umschlossen, das sich nach oben zu dem Hochtal öffnet. In der Mitte der südlichen Talwand tritt ein auffallend hellgrauer „Granitstock“¹⁾ zutage, das sind die „Weissen Felsen“ (Peñas Blancas), nach denen der Übergang seinen Namen erhalten hat.

Die Gegend um 3800 m ist ein Gebiet von Bergstürzen; chaotische Trümmernmassen jeder Größe füllen den Talgrund. Wir befinden uns hier an einer Stelle starker tektonischer Störungen, wo die Krustenbewegung noch nicht zur Ruhe gekommen ist; in meinem Lager in 3845 m Höhe hörte ich in der Nacht des 24. Dezember verschiedentlich, und einmal sehr deutlich, ein unterirdisches donnerartiges Rollen, ein Beweis, daß hier noch nicht der Gleichgewichtszustand erreicht ist. Begünstigt werden die Bergstürze durch die sehr steil aufgerichteten Schiefer, die die Talwände bilden. Die Nähe des Schütterungsgebietes von Poma läßt auf eine größere Störungszone in diesem Gebirgssteile schließen.

Hat man das oben erwähnte Amphitheater in etwa 4500 m Höhe passiert, so ändert sich mit einem Schlage die Situation. An Stelle der Schlucht mit Felswänden, die den Blick einengen und oft scheinbar das Tal völlig zuschließen, sieht man sich hier in einer weiten, offenen, geradlinig und sehr allmählich ansteigenden Mulde, rings bewachsen mit der gelben, in Büscheln stehenden Stipa („iju“), dem typischen, harten Puna-grase.

Breite, runde, mit Schutt bedeckte Rücken bilden die Talseiten, und einzelne Schneeflecken liegen an den Hängen. Als neues Element tritt hier ein vielfach zerstörter Strom von Blocklava auf, der in einer Länge von mindestens 10 km das ganze Hochtal durchzieht und in dem Amphitheater endet. Das Hochtal erstreckt sich in mehr nördlicher Richtung; in den Höhen, die den Talschluf umgeben, haben wir das Eruptionsgebiet zu suchen, von dem der Lavastrom seinen Ausgang nimmt. Der Pafsübergang geht aber nicht über diesen Talschluf, sondern die sattelförmige, breite Pafsöffnung zeigt sich linker Hand; man gelangt auf die Höhe in sanftem Anstieg über eine sterile Schutthalde mit einzelnen Schneeflecken. Auch nicht sehr gut ausgebildete „Penitentes“ von etwa $\frac{1}{2}$ m Höhe existieren. Trotz der geringen Steigung geht es aber nur langsam aufwärts; die Maultiere leiden stark unter „Puna“ und bleiben alle paar Schritte stehen, um Atem zu schöpfen. Endlich um 11.30, am Weihnachtstage, war die Höhe in 4950 m erreicht, und nie werde ich den Eindruck vergessen, den der erste Anblick der Puna auf mich machte.

Ich hatte erwartet, eine weite Einöde, ein monotones Hochland, mit

¹⁾ Genauer ein Porphyrit mit granitischem Charakter.

einzelnen Bergen besetzt, zu sehen; — aber was ich erblickte, war ein reines Hochgebirgspanorama: eine schier unendliche Reihe von Ketten, eine taucht hinter der anderen auf, in immer wechselnden Linien, überragt von Schneebergen. Im Mittelpunkte steht die schöne Pyramide des an die 6000 m messenden „Nevado de Pastos Grandes“ mit zwei großen Schneefeldern; unten links zu meinen Füßen scheint sich ebenfalls ein riesiges ebenes Schneefeld zu erstrecken, das ist die Salzfläche des Salars von Pastos Grandes. Das wunderbarste aber ist die unbeschreibliche Klarheit und Sichtigkeit der dunstfreien, dünnen Höhenluft, die noch am fernsten Horizont jede Bergkontur deutlich hervortreten läßt, verbunden mit einem ganz eigenartigen Farbenreiz. Die mangelhafte Vegetation läßt an den näheren Zügen die Farben der anstehenden Gesteine wirken, die eine ganz auffallende Buntheit zeigen; grün, gelb, grau, rot wechseln mit dunkleren Tönen in einem eigenartigen Farbenspiel, und weiterhin erscheinen die Berge in einem herrlichen, transparenten Blau — wahrlich ein unvergeßliches, erhabenes Bild!

II. Beobachtungen aus der Puna zwischen Pastos Grandes und Antofagasta de la Sierra.

I. Allgemeines.

Dafs die Puna de Atacama ein Trockengebiet ist, beruht bekanntlich auf dem Zusammenwirken mehrerer klimatologischer Faktoren, die ich hier nur andeuten will. Einerseits verlieren die östlichen Winde, die aus der zyklonalen Bewegung über dem zentralen Teile Süd-Amerikas resultieren, ihre Feuchtigkeit in den östlichen Praecordilleren und den Rest beim Aufsteigen an der Hauptcordillere (letzte Ausläufer der tropischen Sommerregen); andererseits sind die vom Pazifischen Ozean wehenden Luftströmungen trocken wegen des Überganges von der kalten Küstenströmung, die schon an und für sich geringe Verdunstung entwickelt, auf ein bedeutend wärmeres Gebiet, das natürlich eine Kondensation erst recht unmöglich macht (daher ja die Küstenwüste Atacama). Ganz niederschlagslos ist freilich die Puna nicht — wo sollte sonst der Schnee auf den höchsten Gipfeln herkommen —, aber die Niederschläge (meist Graupeln, im Winter Schnee) sind ganz unregelmäßig und lokal begrenzt, fast ausnahmslos Gewitter. Die atmosphärische Elektrizität war während meines Aufenthaltes stets sehr stark; abends machte sich fast regelmäßig starkes Wetterleuchten ringsum bemerkbar, aus dem Fell meines Schlafsackes knisterten Funken, und die Haare standen mir mitunter buchstäblich zu Berge.

Die relative Feuchtigkeit ist natürlich auch sehr gering, wie ein Blick auf die nachfolgende Tabelle zeigt. Die Temperatur zeigt ungemein grofse

5.	Tolar Grande	3835	18 1/2	-3°	21 1/2°	3 p. m. : 18° 42'	24°	34°	1	a. m. : NNW 3	p. m. : SW 5
6.	Tolar Grande	3835	19°	-6 1/2°	25 1/2°	2 p. m. : 19° 40'	21°	20,5°	0-1	SW	5-6
7.	Weg von Tolar Grande nach Falda Cienaga	zw. 3835 und 4320	20°	-6°	26°	7 ³⁰ a. m. : 8 1/2° 28°	19 1/2°	—	0	—	—
8.	Weg von Falda Cienaga nach Punilla	zw. 4260 und 4390	—	-4 1/2°	—	8 ³⁵ a. m. : 10° — 10 ³⁰ a. m. : 12° —	—	—	0	a. m. : N. 3	p. m. : SO 6 heftiger Windumschlag
9.	Weg von Punilla nach Las Salas	4260 3600	24°	-4 1/2°	28 1/2°	2 p. m. : 24° 54'	30°	—	0	SSW	3-5
10.	Weg von Las Salas nach Antofagasta	3600 3450	25°	-1°	26°	3 p. m. : 25° 48°	23°	32°	—	—	—
11.	Antofagasta	3450	28°	—	—	2 p. m. : 28° 42°	14°	28%	6	a. m. : —	p. m. : SSW 5
12.	Antofagasta	3450	34	9 1/2	24 1/2	—	—	—	8	—	—

Es ergeben sich hiernach folgende Mittelwerte :

- Mittl. Maximum : + 21,4°
- „ Minimum : — 0,5°
- „ tägl. Schwankung : 21,9°
- Temperaturmittel : + 10,4°

Deutlich tritt in die Erscheinung, wie bedeckter Himmel die Tagesschwankung vermindert bei gleichzeitiger Erhöhung der relativen Feuchtigkeit (3. u. 4. Januar).

Mittl. Maximum der Boden-Insolation : 42,6°

Mittl. rel. Feuchtigkeit : 37,5%

„ Bewölkung : 2,4

tägliche Amplitüden, hervorgerufen einerseits durch kräftige Insolation bei sehr hohem Sonnenstande und geringe Absorbierung in der dünnen, dunstfreien, durchlässigen Höhenluft, andererseits durch rasche Ausstrahlung in der Nacht bei meist klarem Himmel. Wir haben also ein echtes Wüstenklima mit der Modifikation Höhenklima, woraus sich erklärt, daß trotz der Nähe des Wendekreises die Tagesmaxima keine exzessiven Hitzegrade erreichen. Die starke Insolation zeigt sich aber in sehr hohen Bodentemperaturen, die gewaltige Differenzen mit den gleichzeitigen Lufttemperaturen aufweisen. Während man die Wärme mittags durchaus angenehm gemätsigt empfindet, kann man oft kaum einen vom Boden aufgehobenen Stein in der Hand behalten, so heiß ist er. Eine Folgeerscheinung der Bodenheizung sind lokale aufsteigende Luftwirbel, Sandhosen sind infolgedessen eine häufige Erscheinung.

Wir haben also in der Puna mit denjenigen morphologischen Faktoren zu rechnen, wie sie in den Wüsten sich zeigen: mechanische trockene Verwitterung, Schuttanhäufung, Deflation, Windschliff, Transport loser Massen durch den Wind und Ablagerung derselben, während die Erosion gänzlich zurücktritt —; die armseligen Wasseradern, die existieren, seien es Grundwasserquellen, seien es Schmelzwässer, (der Schnee, der so wie so nur spärlich die höchsten Gipfel von etwa 5500 m bedeckt, wird ja auch bei der großen Lufttrockenheit und starken Insolation durch Verdunstung dezimiert), versiegen meist nach kurzem Laufe, vom durchlässigen Geröllboden verschluckt; der Rio Punilla besitzt auf der ganzen Strecke das einzige, wirkliche Erosionstal. Daneben existieren eine Menge trockene Betten („quebradas“), die nur nach einem Gewitter Wasser führen; im geringeren Maßstabe zeigen Erosionsfurchen die Bäche von Pastos Grandes, Tolar Grande und Falda Cienaga; — aber im großen und ganzen tritt die Erosion als morphologischer Faktor durchaus in den Hintergrund.

2. Versuch einer Morphologie.

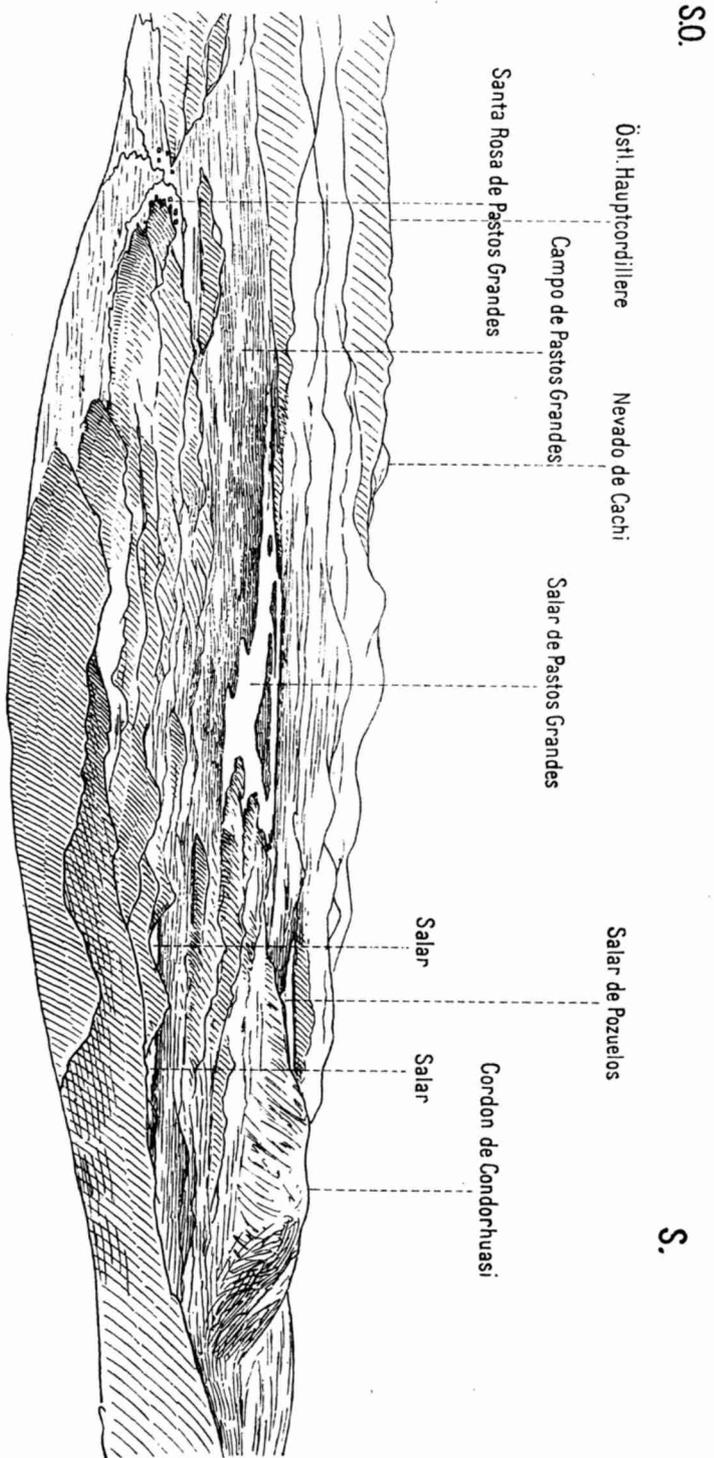
Bertrand gibt in seinem eingangs erwähnten Werke folgende Definition der Puna: „Es ist leicht, die Puna zu definieren als eine Verbreiterung des Cordilleren-Kammes, deren ebene Teile eine Höhe von 3500—4000 m haben, begrenzt auf beiden Seiten durch Reihen von Gebirgszügen“.

Nach meiner Überzeugung ist es aber nicht leicht, sondern sehr schwer, oder besser gesagt unmöglich, dieses Gebiet kurz und treffend zu kennzeichnen, da die Puna gar keine einheitliche Oberflächenform darstellt, sondern außerordentlich verschiedene Anblicke bietet; — das einzige, was sich fast immer gleich bleibt, ist die Bodenbedeckung mit etwa nufs- bis faustgroßem Geröll und die typische Puna-Vegetation. Darapsky sagt

sehr richtig¹⁾: „Die Natur jener Hochgebirgswelt wird ebensowenig durch Quer- und Längsketten (nach Moussy und Pissis) als durch über offene Ebenen zerstreute Einzelberge (nach Burmeister und Philippi) erschöpft“. Zunächst muß man den Begriff der Ebene ausschalten; die einzigen Gebiete mit bedeutender Horizontalerstreckung, die ich gesehen habe, sind die Salare und etwa noch die Mulde südlich von Pastos Grandes. Wir haben es weder mit horizontaler Schichtenlagerung, noch mit Denudationsflächen, noch mit Übergufstafelländern zu tun, sondern ebenso mit Faltungszonen, wie in den Randgebieten, aber in Kombination mit einer gewaltigen Massenhebung; derselbe Eindruck, den ich zuerst vom Passe Peñas Blancas aus hatte, wiederholte sich bei der Besteigung des Cerro de Azufre (vgl. das Panorama Abbild. 20) — ein in vielen Wellen aufragendes Gebirgsland, und ein Blick auf die Karte zeigt, daß meinen Weg beiderseits fast ununterbrochen Gebirgsketten begleiteten. So sieht man denn auch oft die schönsten Faltengebirge. Wir sehen freilich nicht mehr das ursprüngliche Relief dieser Gebirgssysteme, sondern infolge der oben angedeuteten Vorgänge der trockenen Verwitterung und der Schutthäufung haben die Erhebungen an Material verloren, sind im negativen Sinne modifiziert, die Senken, Täler, Becken haben Material gewonnen, sind positiv modifiziert; die mittlere Höhe der letzteren beträgt für die in Betracht kommende Strecke etwa 3600—3700 m. Das Gebiet ist also bis zu einem gewissen Grade in seinem eigenen Schutt begraben, und wer weiß, wie weit dieser Vorgang schon vorgeschritten wäre ohne die Mitarbeit des Windes, der ja fast immer in ziemlicher Stärke über die Puna dahinfegt. Trotzdem aber unterliegt keinem Zweifel, daß der morphologische Vorgang, der hier die erste Rolle spielt, die Aufschüttung lockeren Materials ist. So wird man auch vergeblich enge Schluchten suchen (außer natürlich, wo Erosion wirksam ist); in dem Niveau, in dem sich heute die Talböden und Senken befinden, haben die Talwände stets einen weiten Abstand. Die Talzüge, die zum Teil Gefälle nach zwei Seiten haben (mit einer Talwasserscheide ohne Wasser), werden unterbrochen durch die großen Depressionen, in denen sich die Salare ausbreiten, außerdem finden sich Trockenmulden, Barreale (trockene Schlammbecken)²⁾ und kleine Salare hin und wieder im Tallaufe, dazwischen wieder rundliche Schutthügel und endlich auch ziemlich glatte Geröllböden. Sind diese vegetationslos, so stellen sie den Typus des Serir, die echte Kieswüste, dar, mit Facettengeröll und durch Temperaturwechsel zersprungenen Steinen. Auf der dargestellten Strecke kann man alle diese

¹⁾ a. a. O. Seite 287; ebenso Brackebusch, Cordillerenpässe S. 261 u. 262.

²⁾ An den tiefsten Stellen durch Sickerwässer gebildet.



Abbild. 20. Panorama vom östlichen Gipfel des Cerro de Azufre nach S. und S.O.
Standpunkt: 5350 m.

Formen finden, wirkliche Wüste allerdings nur auf einem einzigen beschränkten Gebiet im „Callejon de Colorados“; die Puna ist ja größtenteils Steppe, nur nach der westlichen Hauptcordillere zu nimmt sie Wüstencharakter an, um dann in die chilenische Küsten-Atacama überzugehen. Noch eine andere Bodenform findet sich auf der Karte angedeutet, die der Landschaft ein charakteristisches Gepräge verleiht — das sind die *Schutthalden*. Schutthalden von einer monströsen Ausdehnung, die ganze, weite Talmulden, von einer Gebirgsflanke ausgehend, erfüllen. Ihr unterer Teil hat einen so geringen Neigungswinkel¹⁾, dafs man von fern eine einseitig flach geneigte Ebene zu sehen meint; die Eingeborenen nennen diese flach hingebreiteten Kegel „campos“.

Die Arbeit des Windes zeigt sich an anstehendem Felsgestein genau so, wie sie Walther aus den ägyptischen Wüsten beschreibt²⁾. Herauspräparierung härterer Schichten zeigen deutlich die gefalteten Schiefer; die mit der Schattenverwitterung zusammenhängenden hieroglyphenartigen Löcher sieht man in den Trachyten, und ebenso fehlen nicht die eigentümlichen Pilzfelsen. Dagegen finden sich Dünenbildungen auf der in Betracht kommenden Strecke nicht sehr häufig.

Eine der Puna eigentümliche Bildung sind die *Salare*, die in diesem abflufslosen Gebiet gewissermafsens die Seen darstellen. Sie finden sich in den großen Depressionen und haben riesige Ausdehnung. Von weitem gleichen sie oft großen Schneefeldern und zeigen ganz die Gestalt von Gebirgsseen mit Buchten, Halbinseln, Inseln. Meist findet man in ihnen auch noch gröfsere und kleinere Lagunen salzigen Wassers, sowie schlammige Stellen, die mit trügerischer Salzkruste bedeckt sind. Diese Salare sind die Sammelbecken der Wasseradern und Sickerwässer, die grösstenteils durch ihre mit weissen Efloreszenzen bedeckten Ränder schon ihren Salzgehalt verraten. In den Sammelpfannen verdunstet natürlich das Wasser bis auf die Reste, die die Lagunen darstellen, und auch diese sind nicht von konstanter Gröfse. Im übrigen bildet sich dort eine mit Salzen gesättigte Schlammdecke, die allmählich austrocknet und die verschiedensten Formen annimmt. Bald sieht man eine feste, rotbraune Lehmdecke mit Salzkristallen durchsetzt, bald eine rauhe, erstarrten Wellen oder übereinandergeschobenen Erdschollen ähnliche Masse, auf der das Salz einen erbsensteinähnlichen Überzug bildet. Wieder an anderen Stellen mit gröfserem Salzreichtum haben sich an der Oberfläche Efloreszenzen aus-

¹⁾ Vgl. über die Verflachung der Schutthalden in **Kontinentalgebieten**: Note on the Movement of Scree Material. Quart. Journ. Geol. Soc. London 1888, XLIV, zitiert von **P e n c k**, Morphologie der Erdoberfläche I, S. 221.

²⁾ „Die Denudation in der Wüste und ihre geologische Bedeutung.“ In Abhandlungen der Kgl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften XXVII, 1891.

kristallisiert, zum Teil in kugeliger Form, einem Felde voller Schneebälle gleichend, zum Teil in ebenen Flächen, die den Eindruck von Eis machen. Wenn solche festen Salzschlammdecken dann unter dem Einflusse der Austrocknung Risse bekommen, genau so, wie man es bei Tonböden beobachten kann, dringt Salzlake an die Oberfläche, wölbt die Ränder etwas auf und kristallisiert rings um die Sprünge, die einzelnen Schollen mit regelmäßigen Wülsten umkränzend; man glaubt dann, über ein zusammengefrorenes Treibeisfeld zu reiten, ein höchst eigenartiger Anblick.

Zu all diesen Formen kommt nun als ein neues Element, das die Oberflächengestaltung bedeutend beeinflusst, der Vulkanismus. Seine Spuren finden sich überall in der Puna. Fast die ganze Linie der westlichen Hauptcordillere wird ja durch eine Reihe hoher, mit Schnee bedeckter Vulkane gebildet; am Salar von Antofalla erhebt sich ein riesiges Vulkanmassiv, ja man kann sagen, alle die höchsten Erhebungen und Einzelberge sind Vulkane¹⁾. Lavafelder, vulkanische Gerölle, Trachyte, Basalte, Tuffe weisen auf eine ausgedehnte vulkanische Tätigkeit jüngeren Datums hin. Von tätigen Vulkanen in der Puna ist allerdings nichts bekannt; man findet aber Formen von prächtiger Erhaltung, die der Landschaft ihr charakteristisches Gepräge geben, wie z. B. die beiden Vulkane „Almubrera“ und „Morro“ südlich von Antofagasta. Der erstere, ein aus losen Auswurfmassen gebildeter, aus einem Felde schwarzer, zerrissener Blocklava aufragender abgestumpfter Kegel von 3690 m Höhe (200 m relativ) besitzt einen Krater, wie man ihn schöner und typischer sich nicht denken kann. Vom Kraterrand, einem scharfen Grat, gebildet von zerrissenen Lavaklippen und Tuffen, die von Schwefel-, Ocker- und Alaunanflügen in buntesten Farben schillern, blickt man in den regelmäßigen trichterförmigen Schlund, zu dem gewaltige, glatte Geröllhalden hinunterführen. Die lockeren, etwa haselnußgroßen Lapilli, sowie der steile Böschungswinkel machten es mir bei dem Versuch hinabzuklettern klar, daß ich zwar hinunter, aber schwerlich wieder hinaufkommen würde; ich konnte daher die Tiefe nicht messen, schätze sie aber auf mindestens 100 m. Ein Kraterboden existiert nicht, vielmehr treffen die Kraterwände allseitig in einem spitzen Winkel zusammen; die tiefste Stelle des Trichters ist durch eine kleine Ansammlung grober Gerölle markiert, die Öffnung ist verstopft. Prächtig ist der Blick über den etwa 600 m breiten Kessel hinweg zu dem etwa 5 km entfernten Nachbarvulkan Morro und über das zwischen beiden ausgebreitete schwarze Lavafeld — eine typische Vulkanlandschaft.

¹⁾ Vgl. Hauthals „Karte der geographischen Verbreitung der Vulkane und der vulkanischen Deckenergüsse in Chile und Argentinien“. *Pet. Mitt.* 1903, Tafel 9.

Im Zusammenhang mit dem Vulkanismus steht das Vorkommen heisser Quellen; zahlreiche Lokalitäten mit der Bezeichnung „Aguas Calientes“ beziehen sich hierauf. Auch das Geysirphänomen ist vertreten. Reichert¹⁾ hat eine derartige Erscheinung auf dem Gipfel des Socompa beobachtet, und ein erloschener Geysir befindet sich in Botijuelas, am westlichen Rande des Salars von Antofalla²⁾. Dort steht, rings umgeben von Sinterterrassen, ein Geysirkegel von der Form und dem Aussehen, wie sie aus dem Yellowstone-Park bekannt sind. Er ist rings um den Eruptionsschlot ebenfalls aus Sinterlagen aufgebaut, und man kann von oben etwa 10 m in den senkrecht hinabführenden Schacht hineinsehen. Zur Seite fließt noch eine warme Quelle, die fortgesetzt Sinterterrassen aufbaut.

Ein großer Teil des in den Salaren deponierten Salzes entstammt sicherlich gerade den massenhaften vulkanischen Ausscheidungs-Produkten auf dem Wege langsamer Auslaugung.

Schließlich darf ein biologischer Faktor nicht ganz außer acht gelassen werden, ich meine die Tätigkeit der „Ocultos“ (*Ctenomys*, Wühlmäuse von etwa Hamstergröße). Diese Nager, die zu Tausenden und Aber-tausenden die Puna bevölkern, entwickeln eine ganz außerordentliche Miniertätigkeit im Boden, der dann, wie ein Sieb durchlöchert und aus lauter Hohlräumen unter der Oberfläche bestehend, ein schweres Verkehrshindernis bildet, da die Maultiere bei jedem Schritt bis an die Sprunggelenke einbrechen. In diesen, oft stundenweit ausgedehnten Oculto-Kolonien findet natürlich im Laufe der Zeit eine beträchtliche Umlagerung von Material statt; denn die Tiere graben fleißig und mit großer Ausdauer, schaffen Material an die Oberfläche, wo es wieder Angriffspunkte für den Wind bietet, verlassene Baue stürzen in sich zusammen, kurz, es entstehen Umgestaltungen, über deren Größe sich allerdings keine exakten Angaben machen lassen.

Wenn wir nun noch einmal kurz rekapitulieren, so erklärt sich die Existenz der Puna aus dem Zusammenwirken folgender Faktoren: 1. tektonische Vorgänge der Hebung und Faltung; 2. starke vulkanische Tätigkeit; 3. geographische Lage nahe dem Wendekreis in einem Trockengebiet (exogene Vorgänge der trockenen Verwitterung und Schuttanhäufung); 4. Abfluslosigkeit (Salarbildungen).

Wenn ich nun noch ein paar Worte über die Vegetation anfüge, so geschieht dies hauptsächlich, um nochmals zu betonen, daß der Ausdruck „Wüste“ durchaus nicht für die östliche Puna berechtigt ist³⁾; erst west-

¹⁾ Aus dem Hochgebirge der Wüste Atacama. Seite 161.

²⁾ Vgl. Darapski. a. a. O. Seite 301.

³⁾ Sievers, Süd- und Mittelamerika, S. 386, spricht zu allgemein von der „großen Wüste des Inneren“.

lich vom Salar von Antofalla beginnt auffallender Vegetationsmangel, und an der chilenischen Grenze ungefähr hört der Pflanzenwuchs überhaupt auf, man steigt aber dann ja schon bald aus der Puna herab in die Wüste Atacama. Wie schon oben erwähnt, führt die dargestellte Route nur durch ein sehr beschränktes Gebiet ohne Pflanzenwuchs, im übrigen muß man diesen Teil der Puna als Hartgras- und Dornstrauchsteppe bezeichnen. Selbstverständlich ist die Flora xerophil und um die Salare und Salzwasserrinnsale halophytisch; Bäume fehlen gänzlich, und auch die stattlichen Säulenkakteen des Calchaqui-Tales sucht man vergebens in der Puna. Charakteristisch sind harte Gräser „iju“, „paja brava“ (*Stipa*, *Agrostis*), die, büschelförmig oder halbkreisförmig wachsend, die Landschaft mit gelben Flecken besäen¹⁾; dazu kommen kleine Dornestrüppe („añagua“, „cuerno de cabra“); meist sind sie nicht vergesellschaftet, sondern entweder dominiert das gelbe Puna-Gras oder die braungrauen Gestrüppe. In diese ziemlich gleichförmige, humuslose Geröllsteppe kommt nur etwas mehr Abwechslung an Stellen mit Bodenfeuchtigkeit, sei es durch Grundwasser, sei es an Quellen. Letztere sind schon von weitem an ihrem grünen Pflanzenkleide erkennbar; dort wachsen weichere Gräser, ein Hochgenuß für die Maultiere, die schönen grünen Cortadera-Büsche umkränzen das Bächlein, so daß man es oft gar nicht sehen kann, und die stattlichen holzigen Sträucher der „tola verde“ stehen in dichten Büschen („tolar“ genannt) zusammen, willkommen als Windschutz und Heizmaterial. Wir haben eine „vega“ vor uns, die hier die Rolle der Oase spielt. Die beiden größten Vegas, die von Pastos Grandes („große Weiden“) und die am Rio Punilla, sind die einzigen Stellen mit Siedelungen. Santa Rosa de Pastos Grandes und Antofagasta bestehen aus etwa je einem Dutzend ärmlicher Ranchos, bevölkert von Atacameños, die ein wenig Viehzucht treiben (in Pastos Grandes auch Llamas als Haustiere). Antofagasta ist bei weitem besser daran als Pastos Grandes; während dies nur eine Naturvega mit einem kleinen Bache besitzt — der Name „große“ Weiden erklärt sich aus den sonstigen minimalen Dimensionen der vegas, man mache sich ja keine übertriebene Vorstellung von diesen Weidegründen; die Schafe, die man dort bekommt, haben nichts weniger als saftiges Fleisch —, zieht Antofagasta Nutzen aus dem stets reichlich wasserführenden Rio Punilla in Form von Bewässerungskanälen, die die Kultur von Alfalfa gestatten. Infolgedessen findet sich dort auch weit mehr Viehzucht als in Pastos Grandes. Zwischen beiden Orten trifft man nur im Punilla-Tale die Ranchos Chorillos und Las Salas; von Antofagasta nach Westen steht nur ein einziges

¹⁾ Sie gehen hinauf bis etwa 4700 m.

²⁾ Vgl. des näheren Brackebusch, Pet. Mitt. 1893, S. 159, Anm. 2.

Haus auf der ganzen Strecke bis zur chilenischen Salpeterbahn-Endstation Aguada, genannt „Azufrera“ (auf Darapskys Karte „Establecimiento de Azufre“). Die Puna verdient also auch ihren älteren Namen „El Despojado“ mit Recht; ehe nicht die Eisenbahn die Verkehrsverhältnisse erleichtert, wird sie auch fernerhin das Reich der Vicuñas, Occultos und Chinchillas bleiben, deren Felle den einzigen Handelsartikel der Eingeborenen bilden. Dafs mit dem Bau von Bahnlinien die Salare grofse Bedeutung erlangen werden, ist wahrscheinlich; denn sie enthalten aufer Kochsalz u. a. das wertvolle Boronatrocalcit¹⁾, das für viele Industrien unentbehrlich ist, — heute liegen sie brach. Anfänge der Ausbeute wurden verschiedentlich gemacht, aber der Betrieb schlof immer bald wieder ein; der Unterhalt der vielen zum Transport nötigen Maultiere ist zu teuer, und der Wasser- und Holzangel ist eine grofse Kalamität — ohne Schnelltransport darum keine Aussicht auf Gewinn.

B e m e r k u n g e n z u r K a r t e (Tafel 1).

Das Itinerar beruht auf Peilungen und Marschdistanzen; astronomische Ortsbestimmungen habe ich nicht machen können, dazu gehört eine gröfsere Expedition, die mehr Aktionsfreiheit hat und von Standlagern aus arbeitet. Da alle Peilungen während des Marsches vom Maultier aus zu machen waren, so waren natürlich fehlerhafte Ablesungen nicht zu vermeiden; aber bekanntlich heben sich diese Fehler gegenseitig so ziemlich auf. Die Marschgeschwindigkeit betrug durchschnittlich 4—4,5 km in der Stunde und wurde nur selten auf 5—6 km gesteigert. Da die geographischen Koordinaten vom Anfangs- und Endpunkt bekannt sind (Cachi 25° 4', 66° 33' und Antofagasta de la Sierra 26° 5' 11", 67° 22' 50" ²⁾), so konnte ich nach Fertigstellung des Itinerars die Zuverlässigkeit meiner Beobachtungen kontrollieren, und es stellte sich nur eine unerhebliche Abweichung in der Länge heraus, die ich nach Tagebuch-Aufzeichnungen noch korrigieren konnte. Die magnetische Missweisung ist nach der Isogonenkarte des „Censo Agropecuario Nacional“ 1908, Band III³⁾, zu 9° östlich im Durchschnitt angenommen. Die Höhenmessungen sind mit zwei Aneroiden und einem Fuefsschen Kochthermometer (letzteres in jedem Lager und wo sonst möglich zur Kontrolle angewandt) gemacht und stimmen gut mit den wenigen schon bekannten Höhen überein — bei Antofagasta z. B. gibt

¹⁾ S. die Analysen von Reichert a. a. O.

²⁾ Nach Brackebusch, Eine neue Karte der Argentinischen Republik. Pet. Mitt. 1892, S. 177 ff.

³⁾ Herausgegeben vom Argent. Landwirtschaftsministerium.