

Werk

Label: Chapter

Jahr: 1927

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?251726223_0012|log13

Kontakt/Contact

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

✉ info@digizeitschriften.de

Die Mittelwüsten.

An die Kernwüste schließen sich im N und im S Gebiete an, die unter sich wohl manche Verschiedenheiten und Übergänge aufweisen, aber doch als Ganzes so deutlich gemeinsame Unterschiede von der Kernwüste zeigen, daß wir diese durchaus wüstenhaften Gebiete als „Mittelwüsten“, der Kernwüste gegenüberstellen müssen. Auch der Abfall der Küstenkordillere gegen die Küste zeigt dort, wo Verf. ihn kennen gelernt hat, im Prinzip dasselbe Landschaftsbild wie die Gebiete der Mittelwüste. Die „küstennahe Gebirgswüste“ sei daher in diesem Zusammenhange behandelt.

A. Die Taltal-Wüste ¹⁾.

Über die Gliederung der Taltal-Wüste im Großen unterrichtet das Profil oben S. 6/7. Aus dem Profil erkennt man, daß die Taltal-Wüste bezüglich der Großformen eine recht erhebliche Ähnlichkeit mit dem Gebiet der Puelma-Wüste hat: Hügelgruppen und Bergzüge trennen eine Anzahl von Pampas. Auf der Karte treten die Ebenen in den Vordergrund, für den Beobachter, den die klare Luft täuscht, die Berge.

Die Gesteinsverhältnisse sind ähnlich den für die Kernwüste geschilderten: vorwiegend Porphyre und Porphyrite, auch Liparite, mit sedimentären Zwischenlagen.

Die erwähnte Übereinstimmung mit der Puelma-Wüste besteht nicht nur bezüglich der Großformen, sondern auch einer großen Anzahl von Kleinformen. Wir haben in der Taltal-Wüste dieselben weiten Schuttfächer wie in der Kernwüste, dieselben Einzelberge und -hügel und, wenn man nicht genauer hinsieht, eine ganz ähnliche Zertalung.

Und doch ist das Landschaftsbild in vieler Beziehung ein anderes. Zwar sind tatsächlich die in der Kernwüste beobachteten

1) Für dieses Gebiet liegt die bereits zitierte ausgezeichnete Beschreibung und Untersuchung „Das Departement Taltal“ durch L. Darapsky (Berlin 1900) vor. Auf sie sei betreffs vieler Einzelheiten und Beobachtungstatsachen ausdrücklich verwiesen. Die Schlüsse Darapskys sind z. T. durch neuere Anschauungen überholt.

Kleinformen in der Taltal-Wüste stellenweise ebenso extrem ausgebildet wie in der Kernwüste, und es wäre ein Leichtes, die über die Kernwüste gemachten Ausführungen mit Photographien aus der Taltal-Wüste zu belegen! Aber im Gesamtbilde tritt der Formenschatz der Kernwüste doch zurück. In den Vordergrund treten für den objektiven Beobachter, besonders wenn er den so überaus einheitlichen Formenschatz der Kernwüste kennt, andere Formen, und zwar ist besonders auffallend die immerhin häufige Verschüttung der in der Kernwüste beobachteten Erosionsformen durch Sand und anderen Trockenschutt.

1. Die Berg- und Hügelgebiete.

Das Material, das die Berge und Hügel bedeckt, ist in vielen Fällen von dem für die Kernwüste beschriebenen völlig verschieden. Noch am wenigsten unterscheidet sich der gröbere Schutt bezüglich Größe und Verteilung. Bemerkenswert ist nur, daß die einzelnen Stücke wesentlich häufiger die Mattierung bzw. den Wüstenlack zeigen als wir ihn in der Kernwüste gesehen haben.

Viel wichtiger ist jedoch, daß der Staub in der Taltalwüste offenbar stark zurücktritt, und zwar nicht einmal so sehr in seiner Verbreitung als in seiner Bedeutung für die wirkenden Kräfte. Zwar findet man an manchen Stellen dieselbe Staubhaut und dieselbe Runsenausbildung an den Hängen (z. B. am Pokalberg unweit der Oficina Chile), doch gibt es sehr viele Stellen, an denen die Staubhaut fehlt. Nicht selten tritt dann an ihre Stelle der Steinchenpanzer, der durch selektive Abtragung entsteht. Wo auch dieser Steinchenpanzer fehlt, ist das feinere Material, Staub oder auch Sand, ziemlich schutzlos den angreifenden Kräften preisgegeben, zumal der Feinboden stets locker ist. Verbackenes Material, wie wir es in der Kernwüste gelegentlich fanden, kommt kaum vor.

An geeigneten Stellen findet man daher gelegentlich Windwellenfurchen (Abb. 21). Ebenso habe ich recht oft, besonders allerdings auf den flachen Hängen und den Pampas, eine merkwürdige Unruhe der Oberfläche des lockeren Bodens gesehen, die wohl auch der Tätigkeit des Windes zuzuschreiben ist. Diese unruhige Oberfläche erinnert an die Oberfläche eines viel begangenen Strandes an der See. So stark ist jedoch die Begehung der Wüste nicht, als daß diese Oberflächenausbildung der Tätigkeit von Menschen in der Wüste zuzuschreiben wäre. Im übrigen tritt diese unruhige Oberfläche stets in Verbindung mit besonders deutlichen Windwirkungen auch an den größeren Steinen (Mattierung, gelegentlich auch Korrosion) auf. Sehr stark kann allerdings die Wirkung des

Windes in den Hügelländern der Taltalwüste nicht sein, da man Aufbauformen des Windes auch hier ziemlich vergeblich sucht. Und das ist besonders auffallend, weil genügend lockeres Material eigentlich zur Verfügung steht. Nur lokale Verwehungen sind nicht selten. Insbesondere werden die Kleinformen (Runsen usw.) unter dem Einfluß des Windes anscheinend etwas verschüttet und nivelliert (Abb. 21). Pilzfelsen usw. fehlen auch in der Taltalwüste m. W. völlig. Auf jeden Fall sind sie in keiner Weise bezeichnend für das Landschaftsbild.

Viel deutlicher als der Wind ist eine andere formenschaffende Kraft zu erkennen, der ebenfalls das Fehlen der Schutzhülle den Angriff ermöglicht. Es ist die Schwerkraft.

Die Bewegungen des lockeren Schuttes mögen im Prinzip so vor sich gehen, wie es W. Penck für den Lockerboden der Puna de Atacama vermutet hat. Allerdings glaube ich mit Passarge kaum, daß bei den von W. Penck angegebenen Neigungswinkeln noch eine Bewegung stattfindet. In den Bergen der Taltalwüste hatte man schon bei wesentlich größeren Neigungswinkeln (ca. 15—20°) den Eindruck weitgehender Ruhe. Die Beobachtungen in den Pampas (s. unten) bestätigen die Richtigkeit dieses Eindruckes.

Das deutliche Vorwiegen langsamer Bodenversetzungen beeinflußt das Landschaftsbild der Berge und Hügel in sehr weitgehender Weise. Manche Täler werden vollständig zugeschüttet, und so sehen einige Berge auf den ersten Anblick völlig glatt und unzerschnitten aus, obwohl sie sicher zerrunzt sind, wie man bei näherem Zusehen erkennt. Da sich der trockene Schutt streifenförmig die Hänge hinabzieht, so bewahrt er die ihm nach dem Gestein zukommende Farbe besser; die Farbenfreudigkeit der Wüste ist, wenn man die eintönige Staubschicht der Kernwüste kennen gelernt hat, infolgedessen doch bemerkbar. Sie wird erhöht dadurch, daß zwischen den Schuttstreifen nicht selten das anstehende Gestein in seinen verschiedenen Farben sichtbar wird. Das fleckige Aussehen der Abb. 22 hat seinen Grund in dem größeren Farbenreichtum der Landschaft.

Die Herauspräparierung verschieden harter Gesteine ist nicht so gering wie in der Kernwüste. Dadurch erhalten die Berge eine andere Form als in der Kernwüste. Die Gleichförmigkeit der runden Kuppen der Kernwüste wird in der Taltalwüste bereits unterbrochen durch individuelle Formen, die deutliche Abhängigkeiten von der Beschaffenheit des Gesteins und von der verschiedenen Exposition gegen die Sonnenstrahlung auf den verschiedenen Seiten des Berggebildes zeigen (Abb. 23).

Besonders stark macht sich der Einfluß der Schwerkraftbewegung geltend bei den Runsen und den Tälern. Die Ausbildung der Talformen in den Berg- und Hügelgebieten ist, was Häufigkeit und Dichte anbetrifft, zwar an sich der Kernwüste sehr ähnlich. Das Aussehen wird jedoch durch langsame Bodenversetzungen, Sandfließen, Schuttströme usw. bestimmt. Täler, die so „frisch“ waren wie die in der Kernwüste, findet man recht selten. Meist ist in der Taltal-Wüste der Talboden verschüttet, seltener durch Windverwehungen, in der Regel durch Schutt oder Sand, der von den Hängen oder längs des Tales gekommen ist. Im Landschaftsbilde fallen daher die Runsen nicht so auf wie in der Kernwüste (Abb. 22).

An sich ist es durchaus möglich, daß ein Teil der Gehängetalformen so entstanden ist, wie es W. Penck aus seiner Kenntnis der Puna de Atacama für Trockengebiete ganz allgemein abgeleitet hat, daß also der in den Runsen befindliche Schutt sich durch seine Bewegung die Runse erst ausgefurcht hat. Weit wahrscheinlicher ist es jedoch, daß die Vorgänge zeitweilig, nämlich während eines Regengusses oder unmittelbar nach ihm, ähnlich sind wie die in der Kernwüste, daß also die Runsen durch Wasser geschaffen werden. Darapsky, der die Taltal-Wüste aus vieljährigem Aufenthalt kennt, spricht von den „Wolkenbrüchen und Platzregen, die alle acht bis zehn Jahre einmal hereinbrechen und auf kleinem Umkreis arge Verwüstung stiften“¹⁾. In der langen Trockenzeit zwischen zwei Regen setzt jedoch nunmehr nicht die für die Kernwüste beschriebene Erstarrung der Formen ein. Statt dessen beginnen die anderen, in der Kernwüste fehlenden Kräfte ihr Werk. Diese zweite Möglichkeit möchte ich deshalb für wahrscheinlicher halten, weil durch sie die in der Taltal-Wüste vorhandenen verschiedenen Übergänge von den extrem kernwüstenhaften Formen über geringe Verschüttung der Runsen zur fast völlig verschütteten Runse ohne eine grundsätzliche Änderung der Tiefe oder Dichte der Täler am besten erklärt werden können.

Ich kann mich auch aus folgendem Grunde W. Pencks Deutung, daß die Runsen durchgängig durch Korrosion des in ihm wandernden Schuttes entstanden seien, nicht anschließen. Die Behauptung W. Pencks stützt sich keineswegs auf direkte Beobachtungen. W. Penck schließt auf Schuttkorrosion nur deshalb, weil er sich sonst das Vorhandensein der Runsen in einem so extrem ariden Klima wie dem der Puna nicht erklären kann. Daß das Klima der

1) Darapsky a. a. O., S. 109.

Puna nicht allzu extrem ist, ist bereits von Passarge hervorgehoben¹⁾. Wir haben zudem oben gesehen, daß in der Kernwüste, deren extremst arides Klima ich weiterhin (Abschnitt „Zusammenfassung. Die klimatischen Verhältnisse der chilenischen Wüste“) zu erweisen gedenke, durch Wasser geformte Runsen die Regel sind, während Schuttkorrosion fehlt. Damit ist die Grundlage der Penckschen Beweisführung hinfällig. So lange die an sich mögliche Ausfurchung durch Schutt nicht auf andere, direktere Weise bewiesen ist, dürfen wir die nur aus der Aridität des Punaklimas erschlossene und für das extremst aride Gebiet widerlegte Pencksche Anschauung nicht für weniger aride Gebiete übernehmen, wie es die Taltal-Wüste gegenüber der Kernwüste ist.

Die Verschüttung der wassergeformten Täler beeinflusst deren Querprofil in grundsätzlicher Weise. Dadurch, daß von den Hängen der Schutt in das kleine oder größere Tal dauernd nachrutscht, wird das ursprünglich wohl konvexe Profil der Talhänge konkav. Und zwar erscheint das Profil nicht nur infolge der Verschüttung konkav, sondern es ist auch oft konkav. Wir hatten die Konvexität des Profils in der Kernwüste aus dem bestehenden Defizit zwischen Transportkraft des Wassers und Schuttproduktion erklärt. In der Taltal-Wüste ist in den Zwischenzeiten zwischen zwei Regen in der Regel so viel Schutt von den Hängen in das Tal herabgekommen, daß das Wasser den Abtransport des Schuttes kaum zu bewältigen vermag. Die Tiefenerosion ist infolgedessen gering; das Hangprofil bleibt dauernd konkav.

Parallel mit der konkaven Form der Talhänge geht eine gewisse Zuschärfung der Grate und Gipfel. So besitzen denn auch die Berge als Ganzes wesentlich häufiger eine konkave Form — steile Halden lockeren Schuttes am Bergfuße, nicht selten Felszacken auf dem Gipfel — als wir es in der Kernwüste finden (Abb. 22, 23). Daß die Verschiedenheit der Formen tatsächlich durch die verschiedenen Abtragungsvorgänge bedingt ist, wird durch die Beobachtung insofern bestätigt, als Berge mit konkavem Profil stets lockere Verschüttung zeigen, während der Detritus der im oberen Teile konvexen Berge in der Regel durch Steinchenpanzer, Hamada, gelegentlich auch Staubhaut festgelegt ist.

Nach den beachtenswerten Ausführungen W. Pencks über die universell bestehende Abhängigkeit des Gehängeprofils von tektonischen Vorgängen könnte man vielleicht annehmen, daß auch in der Taltal-Wüste die Unterschiede des Bergprofils nicht durch die

1) S. Passarge, *Pet. Mitt.* 1923 a. a. O.

Verschiedenheit der Abtragungsvorgänge, sondern der endogenen Vorgänge bestimmt seien. Das ist jedoch kaum wahrscheinlich, da man sonst annehmen müßte, daß verschiedene Teile ein und desselben Bergmassivs sich in ganz verschiedener tektonischer Bewegung befinden.

Warum das einzelne Berggebiet oder gar der einzelne Berg die aus der Kernwüste bekannten Formen und Vorgänge zeigte, während dicht daneben Schwerkraftbewegung und Wind und die dadurch bedingten Formen herrschten, hat Verf. im Einzelnen nicht erklären können. Die an sich zu erwartende Abhängigkeit von dem Gestein, das den betreffenden Berg aufbaute, war keineswegs durchgängig maßgebend. Wie nun die Vorgänge auch sind, die zur Ausbildung des geschilderten Formenschatzes führen, so viel ist sicher, daß sie andere sind, als wir sie in der Kernwüste kennen gelernt haben. Irgend einen Grund muß das Zurücktreten der Formenerstarrung in der Taltal-Wüste haben, auch wenn wir vorläufig eine schlüssige Erklärung noch nicht geben können. Erst die vergleichende Betrachtung auch der anderen chilenischen Wüstengebiete wird uns der Lösung näher bringen.

2. Die Pampas.

Für die Pampas der Taltal-Wüste gilt das über die Berg- und Hügelgebiete Gesagte entsprechend. Die Grundform ist, sowohl was Oberflächengestalt als auch was Aufbau anbetrifft, dieselbe, wie wir sie in der Kernwüste kennen gelernt haben. In diese Behauptung ist auch die Schichtung des die Pampas aufbauenden Materials einbezogen. Wenn ich damit auch für die Taltal-Wüste der Penckschen Behauptung von der „gleichmäßigen Durchmischung bis an die Sohle der Massen“ der Schuttkegel in der „vollariden Atacamawüste“¹⁾ widerspreche, so stütze ich mich nicht nur auf eigene Beobachtungen. Es sei erwähnt, daß die bereits von Passarge angezogenen und o. S. 45 f. erwähnten Beobachtungen Philippis über die Schichtung des die Schuttkegel aufbauenden Materials vor-

1) W. Penck, Morphologische Analyse, S. 79. Ich selbst habe im Übrigen mit voller Absicht den Ausdruck „Atacama-Wüste“ in dieser Arbeit vermieden, da er zum mindesten mißverständlich ist. So weit ich an Ort und Stelle feststellen konnte, bezeichnet man nur den südlichsten Teil des chilenischen Wüstengebietes als „Atacama“. Schon in der Taltal-Wüste ist der Ausdruck „Atacama“ wenig und in den weiter nördlich gelegenen Gebieten überhaupt nicht mehr gebräuchlich. Die Atacama im engeren Sinne, wie sie W. Penck kennen gelernt hat, darf nicht als Typus der chilenischen Wüsten aufgefaßt werden (vgl. unten den kurzen Abschnitt „Die Randwüste (Atacama)“). Wenn nun gar durch die Beifügung des Wortes „voll arid“ der Eindruck erweckt wird, als ob diese Aridität der „Atacama“ einer Steigerung nicht mehr fähig wäre, so entspricht dieser Eindruck vollends nicht den Tatsachen.

wiegend in der Taltal-Wüste gemacht worden sind, und zwar nicht etwa zufällig an denselben Stellen, die auch ich zu Gesicht bekommen habe.

Wenn auch Form und Aufbau der Schuttfächer dieselben sind wie in der Kernwüste, so ist doch die Beschaffenheit des oberflächlichen Schuttmaterials eine etwas andere. Der Wüstenlack und ebenso die Ausblasung der Steine sind erheblich häufiger als in der Kernwüste (Abb. 23 und 24). Frische Steine wie auf den Pampas der Kernwüste sind in der Taltal-Wüste recht selten. Wohl findet man auch in der Taltal-Wüste die Zerschneidung der Pampas durch rios secos. Aber diese Talgebilde sind in der Mehrzahl nicht gut erhalten. Verschüttung und Verwehung verwischen die scharfen Formen der Einschnitte und arbeiten an der Einebnung der Flächen (Abb. 22). Man darf daraus nicht etwa schließen, daß die rios secos der Taltal-Pampas nicht rezent seien. Ebenso wie in der Kernwüste finden wir nämlich in der Taltal-Wüste, daß die Salpeterlager in den rios secos fehlen, d. h. offenbar durch Wasser ausgelaugt sind. Ebenso wie dort dürfen wir den Schluß machen, daß, da die Salpeterlager im Ganzen sich nicht über eine feuchtere Periode hinweg gehalten haben können, die wahrscheinlich noch jüngeren Täler in einem dem heutigen ähnelnden Klima entstanden sein müssen.

Inselhafte Hügel und Hügelgruppen kommen in der Taltal-Wüste zwar gelegentlich vor, unterscheiden sich jedoch von den Einzelhügeln der Kernwüste nicht in anderer Weise als die Berg- und Hügelgebiete und die Pampas. Das stärkere Hervortreten der Schwerkraftwirkung ist überall deutlich; das Hangprofil ist infolgedessen ganz besonders oft konkav. Wenn man will, kann man sogar einen ziemlich erheblichen Teil der Bergzüge der Taltal-Wüste als inselhafte Hügelgruppen auffassen, da die Pampas ja recht häufig um die Berge herum ineinander übergehen. Neue Gesichtspunkte werden dadurch nicht gewonnen.

Der Gesamteindruck ist in den Pampas ebenso stark wie in den Hügelgebieten der, daß von einer Erstarrung der Landschaft in den Zwischenzeiten zwischen zwei Regen keine Rede sein kann. Dieselben Kräfte, die in den Berg- und Hügelgebieten die extremen Wüstenbildungen zerstören oder aber gar nicht entstehen lassen, Schwerkraft und Wind, tun dies auch im Gebiet der Pampas. Allerdings verwischen sie den extrem wüstenhaften Formenschatz nur. Insbesondere der Wind ist nicht so wirksam, daß er die Formen grundlegend ändert. Wohl ist gelegentlich einmal ein Tal so verweht, daß das gleichsinnige Gefälle unter-

brochen erscheint, nie jedoch so stark, als daß nicht die nächste kräftige Wasserflut das den Abfluß hemmende Material hinwegzuräumen vermöchte. An der einzigen Stelle, wo ich ein deutliches abflußloses Becken gesehen habe, ca. 20 km westlich der Oficina Alemania, war der Pampa-Ausgang durch einen Blockstrom versperrt, so daß man dort die Schwerkraft als Ursache annehmen muß.

3. Vorzeitformen.

Während ich in der Kernwüste (abgesehen von der Brea-Wüste) keine Formen habe feststellen können, von denen ich mit einiger Sicherheit behaupten kann, daß es Vorzeitformen seien, findet man in der Taltal-Wüste an verschiedenen Stellen Formen, die sich am einfachsten als Vorzeitformen deuten lassen. Einige Berge besitzen nämlich in ihren Flanken große Mulden¹⁾. Kleine Nischen findet man zwar häufiger, und sie können durchaus durch oberflächliche Wasser-Erosion, also unter heutigem Klima, entstanden sein. Die großen Mulden machen jedoch durchweg den Eindruck, als ob sie heute nicht mehr in Fortentwicklung begriffen sind. Zum mindesten habe ich keine Kraft erkennen können, die an der Ausarbeitung dieser Mulden arbeitet, während Schwerkraft und Wasser sie langsam zu zerstören scheinen. Bemerkenswert ist vielleicht, daß diese Mulden, soweit ich sie kennen gelernt habe, auf der nach Süden exponierten Seite eines Berges waren, während die Nordseite keine Mulde aufwies. Eine Abhängigkeit von dem Gestein, insbesondere von den Lagerungsverhältnissen besteht m. E. nicht.

Ich habe den Eindruck, daß es sich um eine Art Quellnischen handelt, die zu einer Zeit entstanden sind, als die Bedingungen für die Bildung eines Grundwasserspiegels und eines Grundwasser-austritts günstiger waren als heute. Dazu ist nach den Beobachtungen in anderen Gebieten eine recht kräftige Vegetationsbedeckung die Vorbedingung, also ein sehr erhebliches Feuchtigkeitsmehr gegenüber dem heutigen Zustande. Für eine derartig starke Feuchtigkeit in früherer Zeit fehlen allerdings sonst alle Anzeichen, so daß mir diese Erklärungsmöglichkeit nicht richtig erscheint. Eher halte ich es für wahrscheinlich, daß in einer früheren Zeit zwar die Feuchtigkeit nicht allzu erheblich größer gewesen ist als heute, dafür aber die Temperatur wesentlich niedriger. Wir würden dann Verhältnisse gehabt haben, wie sie in ähnlicher Weise heute in der Puna de Atacama bestehen. Die Niederschläge fallen dann zum Teil als Schnee, bleiben länger liegen, und es kann sich die Nischen-

1) Die beiden höchsten Bergspitzen auf Abb. 23 im Mittelgrund etwas rechts sind getrennt durch eine derartige Mulde.

form entwickeln, wie wir sie so oft im Zusammenhang mit tauendem Schnee finden. Ob der tauende Schnee unmittelbar die Form geschaffen hat oder aber ein durch den tauenden Schnee bedingter Grundwasserspiegel, bleibe unentschieden. Unmittelbar verständlich ist es, daß diese Mulden, wo überhaupt sie entstanden sind, sich nur an der Süd-, also der Schattenseite entwickeln konnten¹⁾.

Die dargelegte Anschauung wird insofern durch die Beobachtung bestätigt, als ich bei der Mulde, die ich genauer untersuchte, am Pokalberg, im oberen Teil der Rückwand einige deutliche Stufen fand, die sich zwar an einen Gesteinswechsel anschlossen, aber doch durch austretendes Grundwasser entstanden sein dürften. Heute ist an einigen Stellen das Bild verschärft, weil anscheinend in Höhe dieser Stufen geschürft worden ist. Auffallend ist, daß sich an dieser Stelle unter dem gelben Wüstenstaub, wie er sonst in allen chilenischen Wüstengebieten die Regel ist, in ca. 15 cm Tiefe roter Wüstenstaub von sonst gleicher Beschaffenheit fand. Ob diese Farbe ebenfalls dem Vorhandensein von Wasser zuzuschreiben ist, wage ich nicht zu entscheiden.

Die Möglichkeit, daß diese Muldenform dem früheren Vorhandensein von Schnee zuzuschreiben ist, ist keineswegs so phantastisch, wie es auf den ersten Anblick scheinen könnte. Wir dürfen immerhin nicht vergessen, daß der Pokalberg eine Höhe von 2600 m hat. In einer Meereshöhe von 3500 m kommen jedoch noch heute ganz gelegentliche und schwache Schneefälle vor. Man braucht also nur eine verhältnismäßig geringe Senkung der Grenze des Schneefalles anzunehmen, um aus dem heutigen zu dem früher einmal herrschenden Klima zu gelangen.

Eine derartige Senkung der Schneegrenze ist aber in dieser Gegend sehr wahrscheinlich, wie man aus Beobachtungen in der Kordillere Domeyko entnehmen kann. Ich kann hier nicht auf diese abseits liegenden Fragen eingehen, möchte jedoch erwähnen, daß es scheint, als ob die Grenze glazial bedingter Formen in der Breite von Taltal mindestens 1000 m niedriger gelegen hat als heute²⁾.

Diese Senkung des hochgebirgshaften Klimas wirkt sich auch in der Brea-Wüste durch Vorzeitablagerungen aus. Es sind dort nämlich in den wüstenhaften Formenschatz einige Becken eingesenkt, in denen sich Schotterablagerungen, wie sie heute nicht mehr entstehen, finden. Diese Becken — Quellnischen — und Ablagerungen sind offenbar bedingt durch die vorzeitliche größere Feuchtigkeit

1) In der Breite von Taltal ist, besonders im Winter, der Unterschied zwischen Sonnen- und Schattenseite bereits recht erheblich.

2) Diluviales Kar in ca. 4200 m Meereshöhe.

bzw. den stärkeren Schneefall in der Kordillere Domeyko und der Puna de Atacama; sie sind also unter Umständen sogar nur gewissermaßen fremdlingshafte Vorzeitformen. Möglicherweise ist auch eins der großen Trockentäler dort, wo es in meridionaler Richtung verläuft, in einer feuchteren Zeit entstanden. Es folgt nämlich (s. oben S. 94) dem Streichen einer Gipsletten-Schicht, die bei den heute wirkenden Kräften, soweit erkennbar, keinerlei Einfluß auf die Formen hat (Abb. 5).

Als Vorzeitformen dürfen wir wohl auch die großen Täler in der Tacna-Wüste (s. u. S. 132 ff.) betrachten, deren Form kaum aus dem heutigen Klima erklärbar ist. Allerdings dürfen wir dort kein eigentlich humides Vorzeitklima annehmen, sondern ein periodisch trockenes. Die Breite des Talbodens und die riesenhaften Schotterkegel lassen m. E. nur auf eine stark intermittierende Wasserführung zur Zeit der Entstehung schließen.

Im Ganzen haben wir demnach das Bild, daß die heutige Kernwüste (mit Ausnahme der Brea-Wüste) keine mit Sicherheit nachweisbaren bodenständigen Vorzeitformen aufweist, während die Mittelwüste deren besitzt. Es scheint demnach, daß in der vorangegangenen feuchteren Periode das wüstenhafte Klima nicht vollkommen verdrängt war und auch nicht eine Verschiebung in meridionaler Richtung, sondern eine Einengung erlitten hat¹⁾.

Wenn ich oben sagte, daß ich in der Kernwüste keine Vorzeitformen feststellen konnte, so muß ich noch hinzufügen, daß man m. E. mit den Feststellungen über Vorzeitformen oder besser mit der Verneinung von Vorzeitformen sehr vorsichtig sein muß. Gradmann leitet in interessanter Weise ab, wie sich der Formenschatz einer Wüste ändern müßte, wenn das Klima derselben plötzlich feuchter werden würde. Er kommt dabei zu dem Endbilde eines völlig humiden Formenschatzes, wie wir ihn beispielsweise aus unseren Breiten kennen. Aus dem Fehlen derselben oder zum mindesten ihrer Überreste in den meisten heutigen Wüstengebieten glaubt er einen Klimawechsel für die meisten Wüsten ablehnen zu dürfen²⁾.

M. E. ist es durchaus nicht nötig, daß infolge Feuchterwerdens des Klimas einer Wüste ein dem unsrigen ähnlicher Formenschatz

1) Ein weiteres Eingehen auf diese interessante Frage muß ich mir an dieser Stelle versagen, da das weit über den Rahmen dieser Arbeit hinausgehen würde. Ich hoffe auf Einiges in anderem Zusammenhange später zurückkommen zu können. Eine gründliche Behandlung des gesamten Fragenkomplexes dürfen wir wohl demnächst von F. Klute erwarten.

2) R. Gradmann, Wüste und Steppe, Geogr. Zeitschr. 1916, S. 417—41. 489—509.

entsteht. Vom Wüstenklima bis zum humiden Klima unserer Breiten ist noch ein weiter Weg. Wir haben mehrfach erwähnt, wie auffallend die Formen des afrikanischen Karrasgebietes, die nach Waibel zweifellos unter heutigem Klima gebildet sind, denen unserer chilenischen Wüsten ähneln. Eine Klimaänderung bis zu dem in den Karrasbergen herrschenden (von ca. 0 mm bis ca. 200 mm Jahresniederschlag!) würde sich also letzten Endes in den Formen nicht ausdrücken. Wenn Waibel noch starke Übereinstimmungen der Formenbildung mit einem Gebiet mit 500 mm Niederschlag sieht, so haben wir sogar die Tatsache, daß eine Niederschlagsvermehrung vom Wüstenklima mit ungefähr 0 mm Niederschlag zu ca. 500 mm sich im Formenschatz kaum ausdrücken würde. Gerade das, was in Chile als das typischst Wüstenhafte erscheint — die Pampas — kann nach den Entstehungsbedingungen auch unter recht feuchtem Klima gebildet werden, wenn nur das Intermittieren der Wasserführung kräftig genug ausgeprägt ist. Die Berg- und Hügelgebiete zeigen letzten Endes nur graduelle Unterschiede gegenüber den feuchten Klimaten.

Ein unter diesem feuchten Klima gebildeter Formenschatz, selbst wenn er in manchem abweichen würde, würde m. E. durch die wüstenhaften Vorgänge so schnell zu rein wüstenhaften Formen umgebildet werden können, daß man ihn heute als rein wüstenhaft empfinden könnte. Nur die genauere Untersuchung auch der Ablagerungen (insbesondere auch auf das Vorkommen von Schottern hin) könnte in einem solchen Falle Antwort geben.

In der Kernwüste glaube ich aus der Übereinstimmung aller bisherigen diesbezüglichen Untersuchungen mit meinen eigenen Beobachtungen für die Abwesenheit von Schottern, wie sie auf ein feuchteres Klima schließen lassen würden, bürgen zu können. Aber auch dort kann ich eine Klimaänderung vom Klima in der Puelma-Wüste zum Klima der Taltalwüste oder auch der Atacama bei Copiapó nicht widerlegen, obwohl ich eine solche Annahme für überflüssig halte (vgl. dazu o. S. 48f.).

In den meisten anderen Wüsten dürften die vorliegenden Beobachtungstatsachen nicht ausreichen, um eine derartig negative Behauptung aufstellen zu können. Gehört doch zum Verneinen bestimmter Tatsachen meist eine viel intensivere Untersuchung als zur positiven Feststellung.

Ein sehr wichtiger Beweis für früher feuchteres Klima wäre auch das Vorhandensein von autochthonen Tier- oder Pflanzenfunden in der heutigen, jeden Lebens baren chilenischen Wüste. Derartiges wird jedoch nirgends berichtet. Die Baumreste bei

Pica lassen keinen Schluß auf feuchteres Klima der Wüste zu (vgl. u. S. 123 f.). Eine weitere eng begrenzte Stelle mit subrezentem oder fossilen Vegetationsresten befindet sich im Gebiet der Überrieselungsfläche östl. Toco¹⁾. Dort handelt es sich zweifellos um zusammengeschwemmte Blatt- und Holzreste, die ein früher feuchteres Klima in unserer Wüste ebenfalls keineswegs beweisen. Bei einer so starken Konservativität, wie wir sie annehmen müßten, wenn wir mit Wetzel (o. S. 60) den größten Teil der wassergeschaffenen Formen als unverändert aus einer Pluvialperiode übernehmen, müßten wir m. E. autochthone fossile Pflanzen in der Wüste finden. Die fast völlige Abwesenheit von Vegetationsspuren spricht somit ebenfalls gegen ein früher merklich feuchteres Klima²⁾.

Um Mißverständnissen vorzubeugen, möchte ich betonen, daß ich keineswegs das oft beträchtliche Alter der von mir als nicht fossil bezeichneten Formen leugnen will. Im Gegenteil, ich bin davon sogar überzeugt. Nur glaube ich, daß diese Formen unter einem dem heutigen Klima ähnlichen entstanden, zum mindesten in entscheidender Weise fortgebildet sind, so daß ich sie nach der Definition des Begriffs „Vorzeitformen“ nicht als solche bezeichnen möchte.

B. Die Iquique-Wüste.

Die Iquique-Wüste hat eine recht erhebliche Ähnlichkeit mit der Taltal-Wüste, wenn man von der Verschiedenheit der Großformen (Gegensatz Küstenkordillere-Längsebene) absieht. Auch in der Iquique-Wüste tritt in den Hügellgebieten die Staubhaut zurück, während Sandverschüttung und Verwehungen den Formenschatz in ähnlicher Weise beeinflussen wie in der Taltal-Wüste. Entsprechendes scheint für die in der Küstenkordillere befindlichen Pampas zu gelten, obwohl ich über diese nichts Genaueres aussagen kann, da ich sie nur von der Bahn aus gesehen habe.

Ganz besondere Verhältnisse finden wir jedoch in dem der Großen Längsebene angehörenden Teil der Iquique-Wüste.

1) Da mir während des Druckes Bedenken gekommen sind, ob der Ausdruck „Überrieselungsfläche“ auch unmißverständlich ist, möchte ich hier nachtragen, daß ich mir die Fläche nicht dauernd überrieselt vorstelle. Ich will nur ausdrücken, daß das Wasser der episodischen Avenidas hier nur mit geringer Geschwindigkeit und dementsprechend geringer Transportkraft geflossen ist. Stellen, an denen das Wasser völlig stagniert, gewissermaßen große Wasserlachen, kommen auf einer solchen Fläche natürlich ebenfalls vor.

2) Auch mein Freund Berninger steht auf dem Standpunkt, daß keine der in der Wüste gemachten Vegetationsbeobachtungen einen triftigen Grund zur Annahme einer Klima-Änderung in der Wüste bildet.

Die Große Längsebene ist hier nicht eigentlich als Talung ausgebildet, sondern stellt der Form nach eine flachgeneigte Schuttfäche der östlich der großen Längsebene gelegenen Bergzüge dar¹⁾. Gleichzeitig liegt die Oberfläche der Großen Längsebene in der Gegend von Iquique bereits merklich tiefer als in der Gegend von Toco. Auch nach Norden steigt sie vorübergehend langsam an. Sie ist demnach auch als eine Art Sammelbecken des von den höher gelegenen nördlichen und südlichen Gebieten kommenden Detritus aufzufassen.

Der westliche Teil der Großen Längsebene östl. Iquique wird eingenommen von dem „Salar de Pintados“, gleichsam einem Übergang zwischen Baumsavanne und Salzwüste mit dem Tamarugo als Charakterbaum²⁾. An das Salar de Pintados schließt sich im Osten, die Osthälfte der Großen Längsebene einnehmend, eine breite Sand-Staub-Wüste an. Einige Kilometer westl. der berühmten Oase Pica erfolgt der Anstieg zu den der Hochkordillere angehörenden Altos de Pica. Das Gebiet östl. von Pica habe ich nicht untersuchen können. Nach dem von Pica aus erkennbaren Landschaftsbilde ähnelt der Kordillerezug östl. Pica bezüglich der Kleinformen der Küstenkordillere von Iquique, bezüglich der Ausbildung von Flankentreppen dem Westabfall der Kordillere Domeyko.

Das Salar de Pintados ist eine fast völlig ebene Fläche, die kaum lockeren Boden zeigt, sondern durchweg mit einer harten Salzkruste überzogen ist. Das Salz ist polygonal aufgewulstet (Abb. 25), wie wir es in anderen Wüsten ebenfalls kennen. Distichlis-Gras bedeckt in größeren oder kleineren Inseln den Boden. Weithin ist die Salzkruste völlig weiß; nur an wenigen Stellen liegt ihr eine meist nur einige Millimeter mächtige Schicht angeflogenen Staubes auf³⁾. Stellenweise findet man phantastische Distichlis-Kupsten (Abb. 25), die man vielleicht als Dünen auffassen darf.

Charakteristisch sind die in weiten Abständen (30—50 m und mehr) stehenden Bäume oder Sträucher des Tamarugo. Sie verdanken ihre Existenz ebenso wie die Salzpampa selbst⁴⁾ dem

1) Vgl. auch J. Brügger, El Salar de Pintados i sus Yacimientos de Potasa. Ministerio de Industria : Obras Públicas : Publicaciones del Servicio Jeológico, Folleto Nr. 2, Santiago de Chile 1918, S. 4 und El Agua Subterránea en el Norte de Chile, Santiago 1921, S. 18.

2) Nach diesem Vorkommen von Tamarugos im Salar de Pintados bezeichnet man die ganze Längsebene nördlich und südlich Iquique als „Pampa del Tamarugal“; keineswegs deckt sich die „Pampa del Tamarugal“ mit dem lokal beschränkten Gebiet des Auftretens von Tamarugos.

3) Für die Einzelheiten, insbesondere auch über die Zusammensetzung der vorkommenden Salze, vgl. J. Brügger, El Salar de Pintados a. a. O. S. 6 ff.

4) J. Brügger, El Salar de Pintados a. a. O. S. 15 f.

Vorhandensein eines Grundwasserspiegels dicht unter der Oberfläche. Der Grundwasserspiegel mag sich im Salar de Pintados im Durchschnitt in wenigen Metern Tiefe befinden. Nach J. Brüggens steigt er stellenweise bis 1 Meter an. Der deutsche Wasserbohrmeister in Pica, Herr Niemann, dessen Gastfreundschaft ich in Anspruch nehmen durfte, nannte mir als Extrem sogar eine Zahl von nur 50 cm¹⁾.

Über die Untergrundverhältnisse und das Grundwasser der Pampa del Tamarugal sind wir durch mehrere eingehende Untersuchungen J. Brüggens ausgezeichnet unterrichtet²⁾. Ich kann mich daher auf eine ganz kurze Zusammenfassung der für uns wichtigsten Darlegungen Brüggens beschränken.

Das Grundwasser, das im übrigen süß ist, verdankt seine Herkunft den immerhin erheblichen Niederschlägen, die in der Zeit zwischen Ende Dezember und Februar oder März in der Hochkordillere niedergehen. Das dort abfließende Wasser versickert allmählich und läßt so einen kontinuierlichen Grundwasserstrom entstehen, der unter der gesamten Längsebene nachweisbar ist. Daß er mit Annäherung an die Küstenkordillere immer mehr an die Oberfläche gelangt, liegt daran, daß die Küstenkordillere für das Grundwasser eine undurchdringliche Mauer darstellt. Am Rande der Küstenkordillere fließt das Grundwasser nach Süden ab. Nach Norden und Süden sollen sich, wie mir erzählt wurde, Tonebenen an die Salzwüste anschließen.

Der Untergrund der Pampa del Tamarugal sieht bei Pozo Almonte folgendermaßen aus (Bohrung der Inspektion für Geographie und Minen³⁾):

- 0—28 m Tonerde mit kleinen Steinen.
- 28—42 m feine und grobe Sande mit Steinen von mehr als 7 cm Durchmesser. Von 28 bis 39 m eine Schicht mit Salzwasser.
- 42—45,50 m Tonerde mit kleinen Steinen.
- 45,50—97 m Breccie aus etwas abgerollten Steinen von einem Durchmesser bis zu 2 cm.
- 97—136 m sehr fetter dunkelschokoladenfarbiger Ton.

1) Die Angabe von W. Knoche, daß der Grundwasserspiegel sich in ca. 20—50 Meter Tiefe befindet (Über die nördliche Waldgrenze in Chile, Z. d. G. f. E. 1923, S. 3), beruht auf einem Versehen.

2) Außer den auf der Vorseite (Anm. 1) genannten Arbeiten vgl. besonders J. Brüggens, Informe sobre el agua subterránea de la rejion de Pica. Publicaciones del Servicio Jeológico. Folleto nm. 3. (Ministerio de Industrias i Obras Publicas). Santiago 1918.

3) Brüggens, El Salar de Pintados a. a. O. S. 5.

Aus der Beschaffenheit des Schuttes ist erkennbar, daß er von der Andenkordillere und nicht von der Küstenkordillere gekommen ist. Wie Brüggem mit Recht hervorhebt, zeigt das Profil, daß mindestens bis 97 Meter unter der Oberfläche die Schichten abgelagert worden sind unter denselben geologischen und klimatischen Bedingungen, welche heute in dieser Region herrschen (s. auch o. S. 44 und 48). Eine bei Huara ausgeführte Bohrung zeigt, daß die jungen Schichten sogar bis 144 Meter unter die heutige Oberfläche hinabreichen. Herr Bohrmeister Niemann betonte mir gegenüber ebenfalls, daß die bis 80 und mehr Meter herabreichenden obersten Schichten aus eckigem Gestein beständen.

Ungefähr 25 km östlich des Ostrandes der Küstenkordillere hört das Salar ganz plötzlich auf, und wir betreten eine mit Staub und Sand bedeckte Fläche. Vielleicht ist es an manchen Stellen nicht eigentlich Sand, sondern eher sehr feiner, aber scharfkantiger Grus. Bemerkenswert ist, daß dem feinen Material sowohl die Staubhaut als auch irgend eine Art von Panzer fast völlig fehlt. Das Material ist infolgedessen ziemlich schutzlos dem Winde preisgegeben. Windwellenfurchen, Verwehungen an gelegentlichen Steinen sind infolgedessen häufig zu sehen, ebenso die oben (S. 110) erwähnte unruhige Oberfläche. Die Hänge der wenigen Täler sind nicht staubbedeckt und durch zahlreiche Runsen zerschnitten, sondern mit lockerem Sand oder Grus bedeckt und glatt (Abb. 26). Erst ganz im Osten, kurz vor dem Beginn des Anstieges zu den Altos de Pica, wurde allmählich eine Panzerung des Bodens beobachtet.

Große Teile dieser Sand-Staubwüste werden immerhin recht häufig von Avenidas heimgesucht. In der Regel versickert allerdings das Wasser wenige hundert Meter nach Eintritt in die Große Längsebene. Am Ostrande der Großen Längsebene findet man daher auch stellenweise etwas Schilf usw., das den häufigen Überflutungen von der Hochkordillere her sein Dasein verdankt. Ebenso haben sich bis vor kurzem noch mehrere Kilometer in die Große Längsebene hinein vereinzelt stehende Bäume (Tamarugos?) gefunden, deren Standort man an der schwarzen Färbung des Bodens an den betreffenden Stellen erkennen kann. Von diesen Bäumen existiert heute nicht einer mehr, und es erhebt sich die Frage, ob dies aus einer Klimaveränderung zu erklären ist. Ich möchte eher glauben, daß die Bäume zur Zeit nur deshalb fehlen, weil sie von den Bewohnern der verschiedenen Oasen bei Pica als Brennholz verbraucht worden sind. Im Übrigen würde, selbst wenn man doch auf eine Klimaänderung schließen müßte, noch keineswegs bewiesen sein, daß diese die Große Längsebene betrifft.

Die Bäume verdanken ihre Existenz entweder den Avenidas oder einem durch die Nähe der Hochkordillere bestimmten lokalen Grundwasserhorizont. Die Ursache für die rezente Änderung dieser Bedingungen kann sowohl im Gebiet der Großen Längsebene als auch nur in der Hochkordillere ihren Sitz haben.

Im Abstände von einigen Jahren kommt es vor, daß die Avenidas viele Kilometer weit in die große Längsebene hinein, ja bis fast an die Küstenkordillere gelangen. Brüggens berichtet von einer derartigen Avenida im Februar 1914; mir selbst wurde von einer derartigen Überschwemmungskatastrophe zu Beginn des Jahres 1925 berichtet. Ich habe das von der Überschwemmung heimgesuchte Gebiet bei einem Ritt nach der Oase Pica gekreuzt und habe nichts von irgendwelchen Trockentälern auf der Pampa wahrgenommen. Wenn wir auch vielleicht annehmen dürfen, daß das Wasser zum Teil als wirkliche „Schichtflut“ geflossen ist, so ist doch das völlige Fehlen von Trockentälern sehr bemerkenswert. Es zeigt, daß die Trockentäler sehr schnell durch den Wind zerstört werden.

Ganz im Osten der großen Längsebene, wo infolge des stärkeren Grus- oder Steinchenpanzers das Material etwas ruhiger liegt, kann man einige Beobachtungen über die Geschwindigkeit des Gesteinszerfalls machen. Man findet nämlich große Blöcke aus Feldspat-Sandstein, z. T. vielleicht auch Durchragungen des bei Pica an die Oberfläche tretenden Untergrundes, die stellenweise völlig in scharfkantigen Grus zerfallen sind. Der abfallende Grus lagert sich als Wall um die einzelnen Steine herum. Auch kleinere Steine sind häufig zerplatzt oder in Grus zerfallen, ohne daß der Grus verweht oder verschwemmt worden ist. Ob es sich dabei um Insulations- oder um Salzwirkungen handelt (vgl. dazu die Beobachtungen in der Tacna-Wüste u. S. 130f.), ist für unsere Frage belanglos. Wenn nun auch dieser Teil der Pampa infolge des Zurücktretens des Windes sich in relativer Ruhe befinden könnte, so kann diese Ruhe infolge der nicht allzu seltenen Avenidas nicht sehr groß sein. Wir haben damit einen Beweis, daß hier der Gesteinszerfall ungewöhnlich schnell vor sich geht, so schnell, wie ich es sonst nur noch in der Tacna-Wüste (S. 131f.) gesehen habe. Dem schnellen Zerfall der Steine entsprechend tritt der eigentliche Sand im Osten völlig zurück; statt dessen findet sich durchweg ein sehr spitziger Grus.

Die Verhältnisse der Iquique-Wüste, insbesondere der Großen Längsebene, sind nun nicht nur als wichtige regionale Ergänzung der in anderen Teilen des chilenischen Wüstengebietes gemachten Beobachtungen von Bedeutung; sie erlauben uns gleichzeitig einen,

wenn auch negativen Schluß auf die Bedingtheit der extrem wüstenhaften Formen der Kernwüste.

Als ich die Zusammenhänge noch nicht übersah, habe ich mir häufig die Frage vorgelegt, ob die Erstarrung aller Formen in der Kernwüste etwa durch das Vorhandensein von Grundwasser bedingt sein könnte. Die Tatsache, daß in der Iquique-Wüste gerade dort, wo ein Grundwasserspiegel ziemlich dicht unter der Oberfläche ist, von einer Erstarrung der Formen, also der Trockentäler der Pampa, keine Rede ist (abgesehen natürlich von den Formen des grundwasserbedingten Salars), zeigt uns sehr deutlich, daß es das Grundwasser nicht sein kann, was die extreme Ausbildung der Formen bedingt. Im Gegenteil, die Große Längsebene östlich des Salars unterscheidet sich von den Pampas der Kernwüste sogar noch stärker als es die Pampas der Taltal-Wüste tun.

Zusammenfassend können wir über den Formenschatz der Iquique-Wüste sagen, daß sich der Westteil, d. h. die Küstenkordillere, wenig von der Taltal-Wüste unterscheidet, während östlich des Salars von Pintados der Wind stärker zu wirken scheint als in der Taltal-Wüste. Der Zerfall der Gesteine geht anscheinend schneller vor sich als in der Taltal-Wüste. Die kernwüstenhafte Erstarrung der Formen ist im Westteil der Iquique-Wüste ebenso gering wie in der Taltalwüste, im Ostteile überhaupt nicht vorhanden. Das Salar de Pintados ist durch das von der Hochkordillere bzw. den Altos de Pica kommende Grundwasser bestimmt und besitzt daher fremdlingshaften Charakter.

C. Die Tacna-Wüste.

Die stärkste Verschiedenheit von der Kernwüste zeigt das Wüstengebiet von Tacna und Arica. Schon die Großformen sind anders, wie aus dem Profil auf S. 7 erkennbar. Die Küstenkordillere fehlt hier, und ebenso kann man kaum von einer Großen Längsebene sprechen. Wenn man will, kann man allerdings einige höhere Hügel bei und südlich Arica, u. a. den berühmten „Morro“¹⁾, als äußerstes Nordende der Küstenkordillere ansehen. Landschaftlich hat die Küstenkordillere jedoch bereits in der Gegend von Pisagua ihr nördliches Ende erreicht.

Statt der Großen Längsebene finden wir eine in der Nähe der Küste 200—300 Meter hohe und ganz allmählich auf die Andenkor-

1) Morro bedeutet eigentlich nur „Hügel“ oder „Berg“, ist hier jedoch zu einem Eigennamen geworden.

dillere zu ansteigende Fläche, mit Abwechslung von stärkerem und schwächerem Anstieg. Es entsteht auf diese Weise das Bild einer Flankentreppe, und wir haben darüber bereits (oben S. 95f.) gehandelt. Die Fläche ist, abgesehen von bestimmten Gebieten (vgl. oben S. 96), auffallend glatt und unzerschnitten, insbesondere im unteren Teil. Eigentlich nur die Täler der großen, von der Hochkordillere kommenden Flüsse bringen eine gewisse Abwechslung in das Bild. Haben wir bei den übrigen Wüstengebieten vorwiegend zwischen den Pampas und den Berg- und Hügelgebieten unterscheiden können, so trennen wir hier besser nach dem Gebiet der langsam ansteigenden Fläche und dem der kleinen und großen Täler.

1. Das Gebiet der Fläche.

Das bemerkenswerteste bezüglich der Beschaffenheit der Fläche ist die Tatsache, daß sie, so weit ich sie kennen gelernt habe, keinerlei größere Schotter- oder Schuttbedeckung aufweist. Ich habe darauf besonders geachtet, da mich die Frage interessierte, wie weit man diese Fläche als eine gehobene Küstenebene oder einen Riesenschuttfächer auffassen darf. Überall, wo ich den Untergrund untersuchte, fand ich unter einer dünnen Decke von Schutt sofort das Anstehende. Der Schutt war zum großen Teil offenbar eluvial; Steine aus anderem als dem darunter anstehenden Gestein zeigten jedoch, daß eine gewisse Verfrachtung auch des größeren Materials früher einmal stattgefunden hat oder noch stattfindet. Abgerollt waren auch diese ortsfremden Steine nicht. Anzeichen, daß eine Schuttverfrachtung unter anderen Klimabedingungen stattgefunden oder daß in jüngerer Zeit das Meer bis auf die Fläche hinaufgereicht hat, haben wir demnach nicht.

Wenn auch die Fläche erst in ungefähr 3500 m Höhe in das eigentliche Berggebiet der Hochkordillere übergeht, so haben wir doch in den höchsten Teilen der Fläche bereits Verhältnisse, die von jenen in der normalen chilenischen Wüste stark abweichen und dafür den in der Puna de Atacama beobachteten ähneln. Diese hochwüstenhaften Teile der Fläche wollen wir hier nicht behandeln.

Die Grenze zwischen normal wüstenhaften und hochwüstenhaften Gebieten mag sich ungefähr zwischen 2500—2800 Meter Meereshöhe befinden. Sie ist in der Tacna-Wüste anscheinend nicht so scharf ausgeprägt wie an anderen entsprechenden Stellen des chilenischen Wüstengebietes. Ganz bestimmt möchte ich das allerdings nicht behaupten, da ich die Übergangszone nur ein einziges Mal und zwar in ziemlich eiligem Marsche gequert habe, so daß mir

manche für diese Frage wichtige Beobachtung entgangen sein mag.

Sicher ist, daß auch in der unteren, dem normalen Wüstengebiet angehörenden Zone nach der Beschaffenheit der Oberfläche zwei Streifen deutlich unterschieden werden müssen, von denen der höher gelegene dem anschließenden hochwüstenhaften Gebiete erheblich mehr ähnelt als der tiefer gelegene.

Der obere Streifen zeigt vorwiegend eckige Gesteinsbrocken, die ziemlich leicht liegen und zwischen denen sich grusiger Sand befindet. Der Sand ist durch einen Steinchenpanzer vor dem Angriff von Wind und Wasser immerhin merklich geschützt. Anzeichen besonders starken Zerfalls der Steine wurden nicht gesehen. Der eigentliche „Wüstenlack“ tritt etwas zurück. Die Rinde der einzelnen Steine ist häufiger rau und ähnelt damit der der Hochwüsten. Korrodierte Steine fehlen nicht.

Überaus stark ist die lokale Bedingtheit der Farbe des Schuttes. Jede kleinste Schutthalde hat ihre eigene Farbtönung, die sich deutlich bis in das Nährgebiet der betreffenden Schutthalde hinein verfolgen läßt. Die Fläche erscheint daher stellenweise stark gestreift oder sogar gesprenkelt; die Farbenfreudigkeit ist erheblich, was sich auch in der Namengebung in dieser Gegend (z. B. Pampa rossa) ausspricht.

Abgesehen von der im Verhältnis zu den tiefer gelegenen Gebieten stärkeren erosiven Auflösung an den steiler geneigten Stellen der Fläche sind deutliche Spuren von Flächenabspülung nicht vorhanden. Insbesondere fehlen Trockentäler auf der Fläche selbst völlig. Da die Grenzen zwischen den verschiedenen Schuttfächern meist so sehr scharf sind, eine Verwehung des Schuttes demnach kaum vor sich gehen dürfte, so glaube ich, daß bei der Formung der Schuttfächer die Schwerkraft stark mitwirkt. Wir haben es hier vielleicht mit Gravitationsströmen zu tun, wie sie von W. Penck für die Puna beschrieben worden sind. Auch die Form der Schuttfächer läßt darauf schließen. Sie besitzen ein ziemlich steiles Gefälle und setzen hoch an den Stufen an, die das Nährgebiet darstellen. Insbesondere setzen die Schuttfächer nicht, wie wir es aus den anderen Wüstengebieten kennen, in der Hauptsache in den Tälern an, sondern auch hoch an den Berghängen. Allerdings muß in der Tacna-Wüste berücksichtigt werden, daß (wie übrigens auch in der Puna) der Schutt nicht dauernd trocken ist. Die zwar immer noch nicht häufigen, aber doch nicht mehr so stark wie in den anderen Gebieten fehlenden Regen (vgl. „Zusammenfassung“, *Regen*), die zudem in den niederen Lagen meist nicht katastrophal sind, vermögen sicher den Schutt zu durchfeuchten und ihm die

Beweglichkeit zu verleihen, die er haben muß, um unter dem Einfluß der Schwerkraft in Bewegung zu geraten. Im übrigen kommt hier, wie auch in anderen Teilen der chilenischen Wüste, wo die Konsistenz des Materiales Schwerkraftwirkungen überhaupt zuläßt, als fördernd der Einfluß der in ganz Chile so häufigen Erdbeben hinzu.

Auffallend ist, daß auch auf den Form nach ganz deutlichen Schuttfächern die Schuttmächtigkeit ganz gering ist und daß darunter anscheinend sofort das Anstehende sich befindet. Die geringe Schuttmächtigkeit verhindert uns leider, mit Sicherheit festzustellen, ob der von W. Penck angenommene Bewegungsmechanismus für die erwähnten Schuttfächer zutrifft. Die Schuttmächtigkeit ist so gering, daß sich ein Unterschied zwischen nur an der Oberfläche vor sich gehenden und die Gesamtheit der Schuttschicht erfassenden Schuttbewegungen kaum machen läßt.

Die Tatsache, daß die Form der Fläche im oberen Teil nicht eigentlich durch Wasserkräfte, sondern durch Schwerkraftbewegungen bestimmt wird, läßt einen Schluß zu auf die recht erhebliche Stärke dieser Schwerkraftbewegungen. Nach allem, was wir über die klimatischen Verhältnisse des Gebietes wissen, ist es nämlich nicht wahrscheinlich, daß die Wasserfluten eine absolut genommen wesentlich geringere Wirkung entfalten als in den bisher beschriebenen Wüstengebieten. Auch die Tatsache der kräftigen wasserbedingten erosiven Zerschneidung an bestimmten Stellen weist unmittelbar darauf hin. Wenn trotzdem die Formen der Fläche die Wirkung der Schwerkraft so sehr stark erkennen lassen, so muß diese ganz besonders stark sein. Auf jeden Fall ist von einer Erstarrung zwischen zwei Wasserüberflutungen noch weniger die Rede als in der Taltal- oder in der Iquique-Wüste.

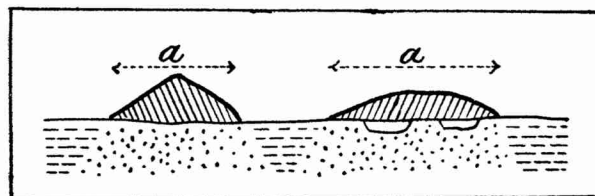
Der untere Streifen der Tacna-Wüste, in der Gegend nordöstlich Arica von einer Meereshöhe von 1000 Meter abwärts, hat ein von dem bisher Beschriebenen recht verschiedenes Aussehen.






Auf der völlig unzerschnittenen Fläche befinden sich recht wenig Steine, dafür jedoch eine zwar dünne, aber lückenlose Decke von Gesteinsdetritus. Die Korngröße schwankt zwischen der feineren Staubes und gröberem Sandes (Abb. 27, Vordergrund). Doch handelt es sich nicht eigentlich um Sand, sondern um feine, eckige Gesteinsplitter. Unter diesem Grus findet man stellenweise dasselbe weiße Salzmehl, wie wir es in allen anderen bisher beschriebenen Wüstengebieten finden.

Recht oft treten auf der Fläche Salzkrusten mit ihren typischen polygonalen Formen und Aufwulstungen auf. Es ist das ein sehr

merklicher Unterschied gegenüber der Kernwüste und auch der Taltal-Wüste. Dort kommen gelegentlich wohl auch größere Salare vor (z. B. in der Vergara-Wüste), doch habe ich starke Salzausblühungen eigentlich nur in den Hügeln der Toco-Wüste gefunden. Auch die dünne Lage des feineren Gruses besitzt in der Tacna-Wüste oft eine etwas härtere, wenige Millimeter dünne Decke, die durch Salz verkittet ist, wie man an den feinen Salzkristallen und am Geschmack erkennen kann. Diese durch auskristallisiertes Salz bedingte Verhärtung der Oberfläche des Gruses ist von der für die Kerngebiete beschriebenen Staubhaut deutlich verschieden. Sie ist von mir außerdem nur noch auf einer der Loa-Terrassen bei Calama beobachtet worden. Nicht selten wulstet sich diese dünne Salzdecke in ähnlicher Weise auf, wie die Salzkruste der Salare; die Formen sind jedoch kleiner (Durchmesser ca. 10 cm).

Die Zerstörung der oberflächlichen Steine von unten her geht offenbar außerordentlich energisch vor sich. Ähnliche Bilder, wie sie Passarge gezeichnet hat¹⁾, sind die Regel. Man findet in dem unteren Streifen der Fläche eigentlich keinen größeren Stein, dessen im Boden befindlicher Teil intakt ist. Alle Steine, mögen sie nach ihrem Aussehen und nach ihrer Lage noch so groß und schwer erscheinen, weil man eine Fortsetzung des Blockes im Boden vermutet, lassen sich leicht bewegen, da sie in der Höhe der um-



-  Liparit (und andere vulkanische Ergußgesteine), unzersetzt.
-  Dunkle Gesteinsrinde.
-  grau-gelber Lockerboden.
-  Kochsalzausblühung an der Unterseite des unzersetzten Steines; nicht immer vorhanden.
-  Zersetzter, im Boden steckender Teil, mürben Gesteinsgrus enthaltend, salzig schmeckend, meist rötlich. Farbvariationen nach der Farbe des ursprünglichen Gesteins.

a Zwischen 30 cm und 1 m.

Fig. 36. Blöcke in der Tacna-Wüste.

1) S. Passarge, Die chemische Verwitterung in der ägyptischen Wüste, a. a. O. S. 19.

gebenden Oberfläche wie abgeschnitten sind (vgl. Fig. 36). Stets findet man unter dem über die Oberfläche hinausreichenden, verhältnismäßig intakten Teil ein Produkt, dessen Farbe und sonstige Beschaffenheit deutlich erkennen läßt, daß es sich um einen Rückstand des in situ zersetzten Steines handelt. Nicht selten war das Zersetzungsprodukt feucht, enthält also hygroskopische Salze. Salzkrusten an der Unterfläche des intakten Gesteinsteiles oder an der Oberfläche des im Boden befindlichen Zersetzungsrückstandes sind häufig. Leider habe ich es versäumt, eine genaue Aufnahme der verschiedenen Bestandteile eines solchen im Boden zersetzten Steines zu machen; doch bin ich überzeugt, daß es sich um ganz entsprechende Vorgänge und Verwitterungsprodukte handelt, wie sie Passarge (a. a. O.) beschrieben hat.

Die aus dem Boden aufragenden Teile des Anstehenden (meist Liparite) werden in der Tacna-Wüste in der Regel von anderen Kräften, und zwar gelegentlich überaus heftig, zerstört. Es findet ein Absplittern kleinster und etwas größerer Teilchen statt, wie es ebenfalls von Passarge bereits beschrieben und als „Abgrusung“ bezeichnet worden ist¹⁾. Wir haben diese Abgrusung in den andern Wüstengebieten nur ganz selten gesehen, in der Puelma-Wüste (vgl. oben S. 22) und in der Iquique-Wüste westlich Pica (vgl. oben S. 124). In der Häufigkeit wie in den etwas tieferen Lagen des äußersten Nordens des chilenischen Wüstengebiets habe ich diese Art des Gesteinszerfalles nirgends gesehen.

Obwohl wahrscheinlich stets Salz bei dieser Abgrusung beteiligt ist — man kann das aus der Anreicherung von Salzkristallen in der am stärksten zergrusten oberflächlichen Schicht vermuten — hatte ich die Mitwirkung der unmittelbaren Sonnenstrahlung für wahrscheinlich und nötig gehalten. Die Beobachtungen in der Tacna-Wüste sprechen eigentlich eher dagegen. Ich hatte nämlich das Glück, in dieser Gegend einen allerdings recht schwachen, aber mehrere Stunden dauernden Regen zu erleben bzw. die Nachwirkungen desselben zu sehen. Es zeigte sich dabei²⁾, daß die Gesteine, die überhaupt zu dem Absplittern neigen, also z. B. Liparit, eine bis daumendicke Oberflächenschicht aufwiesen, die die Gesteinsstruktur noch deutlich zeigte, aber bereits so zerfallen und weich war, daß man sie leicht mit dem Finger abkratzen konnte. Offenbar wurde

1) S. Passarge, Die chemische Verwitterung in der ägyptischen Wüste, a. a. O. S. 9 ff.

2) Die weiterhin angeführte Beobachtung wurde zwar in einem Trockental gemacht, hätte also vielleicht erst weiterhin beschrieben werden sollen; doch sind die Vorgänge in diesem Fall sicher die gleichen.

das Material nur zusammengehalten durch die Feuchtigkeit nach dem Regen. Es bildete eine klebrige, schmierige, salzig schmeckende Masse, die auch nach Trockenwerden stundenlang sich nicht völlig von den Händen entfernen ließ. Eine solche Konsistenz auch nach Aufhören des Regens ist m. E. nur bei kräftiger Mitwirkung von Salz möglich. Die für die Abgrusung nach Passarge (a. a. O.) anzunehmende kräftige chemische Verwitterung würde in dem Zusammenwirken von Salz und Wasser auf einfache Weise begründet sein.

Es ist wohl ziemlich sicher, daß der größte Teil der beschriebenen schmierigen Oberflächenschicht der Steine nach Trockenwerden abfällt und den um jeden derartig zerfallenden Stein liegenden, splitterigen Detritus bildet. Ich habe wegen Zeitmangels diesen Vorgang nicht abwarten können, doch glaube ich, diese Vermutung darauf stützen zu dürfen, daß sich sonst auch in trockenem Zustande häufiger eine merklich lockere Schicht an der Oberfläche der in Zersetzung begriffenen Steine hätte finden müssen. An den vor dem Regen trockenen Steinen hatte ich jedoch stets nur eine gewisse Zermürbung der Oberfläche gesehen, nie jedoch einen so weitgehenden Zerfall wie nach dem Regen an den feuchten Steinen.

Es ist an sich nicht ausgeschlossen, daß die Auflockerung der Gesteinsoberfläche unter Mitwirkung der Sonne vor sich geht und daß die Auflösung zu dem schmierigen Brei unter Mitwirkung des Salzes nur ein Glied in der Kette der Vorgänge darstellt. Nötig ist eine solche Annahme jedoch nicht, da das Vorhandensein des Salzes ja ohnehin durch die Konsistenz und den Salzgeschmack der schmierigen Masse erwiesen ist. Im Übrigen müßte man, wenn man der Sonne eine entscheidende Rolle zuschreibt, die Auflockerung der Gesteinsoberfläche auch in den Gebieten erwarten, wo die Salzwirkung geringer ist, also z. B. in dem überwiegenden Teil der Kernwüsten. Daß das nicht der Fall ist, geht aus meinen Ausführungen oben S. 22f. hervor.

Bemerkenswert ist es, daß sowohl Abgrusung als auch Rindenbildung mit Zersetzung im Boden sich beides bei Liparit findet. Ob es mit der Verschiedenheit des Wasserhaushaltes an den betreffenden Stellen oder aber um feine, von mir nicht wahrgenommene Unterschiede der Gesteinszusammensetzung handelt, möchte ich nicht entscheiden.

Die Zerfallsprodukte der Steine liegen, wie bereits erwähnt, stets in ganz geringem Abstände von dem zerfallenden Steine. Eine merkliche Verfrachtung findet anscheinend nicht statt. Zum Mindesten ist sie so schwach, daß die Neubildung von Detritus schneller geht

als der Abtransport. Die größten Entfernungen, in denen einwandfrei zu einem bestimmten Stein gehörender Detritus auf ebenen Flächen beobachtet wurde, überschreiten nie wenige Meter. Auch in diesen extremen Fällen ist es übrigens durchaus nicht sicher, ob man auf langsame Bodenversetzung schließen darf. Es ist durchaus möglich, daß das Abfallen der gelockerten Gesteinsoberfläche stattfand, während stärkerer Wind herrschte, und daß die einzelnen fallenden Teilchen von vornherein vom Winde einige Meter weit davongetragen worden sind. — Über die Wirkung des Windes auf die Oberfläche der Fläche habe ich mir kein Urteil bilden können. Dünenbildungen habe ich nicht gesehen.

2. Das Gebiet der Täler.

Etwas anders als auf der Fläche selbst ist das morphologische Bild in den großen Tälern, die die Fläche in eine Anzahl Plateaus zerlegen, besonders an den Hängen derselben, und auch in den kleineren Tälern, gleichgültig, ob diese zu den großen Tälern entwässern oder aber auf einen unzerschnittenen Teil der Fläche ausmünden. Die für die Fläche erwähnte Zweiteilung in das Gebiet der höheren Lagen und das der tieferen ist bei den kleineren Tälern noch deutlicher als auf der Fläche. Zum Teil sind die Unterschiede zwischen dem oberen und dem unteren Streifen dieselben, wie sie gelegentlich der unzerschnittenen Fläche beschrieben worden sind. Insbesondere betrifft dies den Zerfall der Gesteine und überhaupt die Umbildung der einzelnen Gesteinsstücke. Zum Teil sind jedoch die Vorgänge fast umgekehrt wie in den verschiedenen Höhenlagen der Fläche. Es betrifft dies die einzelnen Abtragungsvorgänge.

Im oberen Teile der Tacna-Wüste kenne ich die großen Täler nicht aus eigener Anschauung, kann also keine Aussagen machen. Die kleineren, die Fläche auflösenden Täler bieten wenig Besonderes. Ein Unterschied des Detritus zu dem der angrenzenden Fläche oder der Kuppen der Hügel besteht bezüglich der Beschaffenheit der einzelnen Gesteinsstücke wie gesagt nicht. Der Schutt ist vielleicht etwas gröber als auf der Fläche selbst. Die lockere Bodenkrume, so weit man überhaupt von einer solchen sprechen kann, ist so schütter, daß sie überall den nackten Fels durchsehen läßt. Während auf der Fläche die Schutthalde so sehr das Bild beherrschen, treten in den Tälchen des oberen Streifens Schuttströme stark zurück. Immerhin halte ich es für sehr wahrscheinlich, daß die an den Hängen liegenden Gesteinsstücke der Schwerkraft folgend auf dem glatten Felsuntergrund abwärts wandern.

Unterstützt werden sie dabei von der Flächenabspülung. Diese ist in dem erosiv zerschnittenen Gebiet im Gegensatz zu der unzerschnittenen Fläche sehr stark. Getrocknete kleine Schlammströmchen sind öfter zu sehen. An vielen Stellen wiederum sehen die Talhänge geradezu wie frisch gewaschen aus. Dementsprechend zeigt auch die Talsohle Spuren starker Wassererosion. Getrocknete, festgepackte Sandbänke auf der Sohle der Kerbtäler sind häufig.

Durch Windwirkung entstandene Formen habe ich nicht gesehen. Insbesondere keine Spuren von Korrosion. Das völlige Fehlen korrodierter Steine hängt wohl damit zusammen, daß der Schutt dieser Täler infolge der immerhin nicht mehr so seltenen Niederschläge zu schnell abbefördert wird, als daß der Wind lange genug wirken könnte. Eine gewisse Deflation ist nicht ausgeschlossen, hat aber keinen merklichen Einfluß auf die Formen. — Salzausblühungen habe ich nicht gesehen.

Tritt somit im Ganzen genommen der Schutt in den Tälern der höheren Lagen gegenüber der Fläche im Landschaftsbilde zurück, so ist es in den niederen Lagen genau umgekehrt. Mag dort der Abtransport zwar sehr erheblich sein, so ist auch die Schuttzufuhr, sei es von der Fläche aus, sei es durch Zersetzung des Gesteins in situ, sei es von der Küste oder von den Tälern her, sehr erheblich.

Wir wollen zunächst die großen Täler behandeln, von denen ich das Azapa-, das Llutta- und das Tacna-Tal etwas genauer kennen gelernt habe. Ich will an dieser Stelle nicht auf die Form der Täler im Großen und ihre Entstehung eingehen. Es sind wahrscheinlich Vorzeit- oder aber zum mindesten Fremdlingsformen (vgl. o. S. 118). Auch die riesenhaften Schuttfächer, die man in den noch riesenhafteren Tälern bei Tacna findet, dürften einwandfreie Vorzeitformen sein. Auf jeden Fall sind alle diese Formen durch den Wasserhaushalt der Hochkordillere bedingt, also nicht eigentlich Wüstenformen, und nur diese interessieren uns hier. Wir wollen uns daher auch weniger mit der Talsohle, die mit dem heutigen Wüstenklima nur mittelbar etwas zu tun hat, beschäftigen, als mit den Hängen. Diese sind dafür um so interessanter.

Das Gebiet der Tacna-Wüste, und zwar hier die Hänge der großen Täler, ist das Einzige, wo ich die phantastischen Gesteinsnadeln gesehen habe, wie sie durch unregelmäßige Zerstörung des Anstehenden entstehen und wie sie so oft als besonders charakteristisch für Wüsten beschrieben werden. Sehr großartig waren die Formen auch hier nicht entwickelt, aber sie waren doch immerhin vorhanden und verfehlten ihren Eindruck nicht, als ich sie zum

ersten Male sah. Es handelte sich um Nadeln, die wagerecht aus dem anstehenden Gestein, einem anscheinend schon etwas körnig verwitterten Liparit, herausstanden. Die Länge der im Llutta-Tal von mir beobachteten derartigen Nadeln betrug ungefähr $\frac{1}{2}$ —1 Meter, der Durchmesser ungefähr 25 cm. Mein Reisegeosse Berninger hat später, als ich bereits in einem anderen Gebiete tätig war, derartige Nadeln in wesentlich großartigerer Ausbildung gesehen und photographiert (Abb. 28). Diese Nadeln waren kaum dicker als die von mir gesehenen, besaßen jedoch eine Länge von zum Teil über 2 Meter, wodurch ein besonders phantastisches Aussehen entstand. Auch Gesteinsköpfe von massiger Gestalt mit senkrechter Längsachse waren an den betreffenden Stellen vorhanden (Fig. 37).

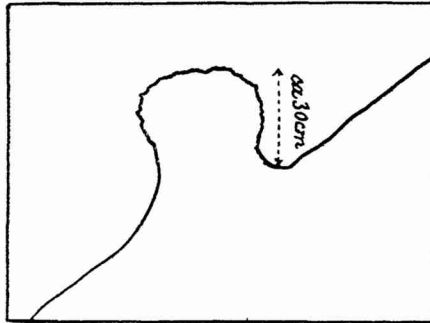


Fig. 37. Herausgewitterter Gesteinskopf (Liparit) am Südhang des Llutta-Tales.

Die Absplitterung des Detritus von diesen Nadeln geht, wenn man aus der Beschaffenheit der rauhen Gesteinsoberfläche Schlüsse ziehen darf, genau in derselben Weise vor sich, wie wir es oben (S. 130 f.) für die einzelnen Gesteinstrümmen beschrieben haben („Abgrusung“).

Für die Form der Nadeln sind allerdings wohl auch noch andere Kräfte verantwortlich zu machen als die Abgrusung. Es ist nämlich auffallend, daß diese Nadeln anscheinend nur an Hängen vorkommen und nicht aus der Ebene herauswachsen. Vielleicht ist an die korradierende Wirkung des die Hänge abwärts wandernden Detritus zu denken. Diese Nadeln wären dann gewissermaßen wagerechte Erdpyramiden. Ob die wagerechte oder senkrechte Stellung der Nadeln bzw. Gesteinsköpfe mit der Gesteinsstruktur zusammenhängt oder nicht, kann ich nicht entscheiden. Im übrigen traten diese Formen im Landschaftsbilde keinesfalls hervor; sie waren eigentlich mehr eine Art Rarität.

Was am meisten an den Hängen der großen Täler auffällt, sind die erheblichen Mengen lockeren Sandes, die man aller-

orten sieht. Von den Kleinformen der wasserbedingten Erosion; die in der Kernwüste das Bild beherrschen und auch in den anderen Gebieten der Mittelwüste nicht fehlen, ist an den Hängen der großen Täler der Tacna-Wüste nichts zu finden (Abb. 29). Die genauere Untersuchung dieser sofort auffallenden Tatsache ergibt Folgendes:

Der Sand liegt an den Hängen nur in dünner Schicht. Unter ihm kommt häufig sofort das anstehende Gestein, und zwar ziemlich durchgängig Liparit, zum Vorschein (Abb. 29). Nicht selten liegt das Anstehende völlig frei zu Tage. Die rauhe Gesteinsoberfläche bewirkt jedoch, daß man dies erst in unmittelbarer Nähe deutlich erkennt.

Da auch der blanke Fels völlig unzerschnitten ist, so kann man schließen, daß an den Hängen die Erosionsrunsen tatsächlich fehlen und nicht nur etwa nur durch den Sand verdeckt sind. Nur ganz wenige Gehängetäler zerschneiden die sonst so glatten Hänge. Auch sie haben jedoch mit wenigen Ausnahmen nicht den Charakter von durch Wasser entstandenen Runsen. Es sind in der Regel flache Gebilde, deren Hänge und Boden völlig von Sand bedeckt sind und die vielleicht durch den abwärts wandernden Hangschutt, d. h. Sand, gebildet worden sind¹⁾. Besonders der Talboden dieser Gehängetäler ist stets stark durch Sand verschüttet. Entsprechendes gilt für die Hänge der großen Täler, in denen nicht selten die Verschneidung zwischen Talhang und Talsohle durch steile Sandhalden verhüllt ist.

Eine Mittelstellung zwischen den großen Tälern und den wenigen Gehängehohlformen nehmen bezüglich der Größenordnung einige größere Nebentäler ein, von denen ich die Quebrada de Mollepampa kennen gelernt habe. Auch die Hänge dieser Quebrada sind völlig glatt und mit Sand bedeckt. Der Talboden ist im unteren Teile, in der Nähe der Ausmündung in das Llutta-Tal, recht breit und ebenfalls sandbedeckt. Vereinzelt größere Gesteinstücke, die auf der Sandebene des Talbodens liegen, zeigen, daß es nicht etwa nur der Wind gewesen ist, der den Sand im Talboden zusammengetragen hat. Spuren von Wassertätigkeit, also besonders die bekannten kleinen rios secos, die man in der Kernwüste unbedingt erwarten würde auf einem so breiten Talboden, sind nicht vorhanden. Die Quebrada mündet mit einer ungefähr 80 Meter hohen

1) Hier hätten wir demnach ein Beispiel für die von W. Penck (vgl. o. S. 112) wesentlich allgemeiner vermutete Formung eines Tales durch den in ihm abwärts wandernden Schutt.

Stufe und mit einer Breite des Talbodens von mehreren Hundert Metern in das Llutta-Tal.

In der Quebrada de Mollepampa kann man übrigens sehr deutlich die scharfe Grenze erkennen, die zwischen den Talformen der höheren und denen der niederen Lagen unseres Wüstengebietes besteht. Die Quebrada setzt sich nämlich nach oben in einem der beschriebenen kleineren Täler der oberen Lagen fort. Die Grenze zwischen der Ausbildung der Form der oberen und der der unteren Lagen befindet sich hier in ungefähr 1000 Meter Meereshöhe. Kommt man von oben durch dieses Tal, so ändert sich in dieser Höhe das Bild schlagartig. Der grobe Schutt, der oben die kahlen Talhänge bedeckte, wird ganz plötzlich, fast ohne jeden Übergang, durch den Sand ersetzt, in dem die Steine wiederum sehr stark zurücktreten. Gerade diese Stelle zeigt den Gegensatz des Landschaftsbildes der verschiedenen Höhenlagen in der eindrucksvollsten Weise.

Die wichtigste Frage, die wir in diesem Zusammenhange zu beantworten haben, ist die nach der Herkunft des vielen Sandes und, z. T. zusammenhängend damit, nach den Kräften, die den Sand bewegen.

Es wäre denkbar, daß der Sand eigentlich ortsfremd ist und von der nahen und durch kein sperrendes Gebirge abgetrennten Küste stammt oder aber aus den großen Schotter- und Sandmengen, die die alljährlichen, im Gefolge der Schneeschmelze auftretenden Hochwasser der großen Flüsse von der Hochkordillere herabbringen. Wir müßten dann allein den Wind als die primär bewegende Kraft ansehen, da keine andere Kraft den Sand von der Küste oder aus dem Talboden auf die Hänge zu bringen vermag. Zum Teil trifft dies sicher zu, da nicht einzusehen ist, warum der Wind nicht z. B. den lockeren Sand der breiten Strandplatte, den er dort die Stufe zur „Fläche“ hinaufjagt, auch in die Täler hineintreiben sollte. Überwiegen tut dieser ortsfremde Sand jedoch nicht. Die merklichen Unterschiede zwischen den einzelnen Sandarten und die gelegentlich deutlich beobachtbare Abhängigkeit dieser Verschiedenheiten von der Beschaffenheit des Untergrundes lassen einen ziemlich erheblichen Anteil auch eluvialen Sandes als sicher erscheinen. Er entsteht zum mindesten z. T. offenbar durch den Zerfall der Steine, wie wir ihn oben beschrieben haben.

Offen bleibt nun noch die Frage, ob der eluviale Sand vorwiegend durch Schwerkraft oder aber durch den Wind bewegt wird. Ich halte an sich beide Möglichkeiten für gleich groß und möchte daher auch die weiterhin vorgetragene Stellungnahme durchaus nicht als absolut aufgefaßt wissen.

Mir scheint es, als ob die größere Rolle bei dem Transport des Sandes der Schwerkraft zuzuschreiben ist. Überall an den Hängen finden wir kleinere und größere Sandströme, die noch jetzt, wie man an einzelnen Stellen mit dem Auge wahrnehmen kann, in Bewegung sind. In den ganz flachen Dellen, die den Hang kaum merklich gliedern, ist der Sand etwas mächtiger als auf den dazwischen befindlichen, ganz flachen Hangspornen (Abb. 29, Vordergrund). Diese Glättung des Hanges könnte ja nun nicht nur durch die Schwerkraft, sondern auch durch den Wind erklärt werden. Jedoch könnte man bei der letzteren Erklärung vielleicht erwarten, daß der sich ablagernde Sand, entsprechend dem Vorwiegen des Windes in der Längsrichtung des Tales, eine Seite der Delle bevorzugt. Das ist nicht der Fall. Auch in den wenigen stärker eingekerbten Gehängetälern bevorzugt der Sand nicht eine Seite, sondern sammelt sich, wie es der Schwerkraft entspricht, auf dem Boden des Tales. Die Anordnung des Sandes auf den Hängen läßt ebenfalls sehr oft die Wirkung der Schwerkraft erkennen. Wo nämlich auf den felsigen Gehängen größere Steine liegen, die sich dem abwärts rückenden Sande entgegenstellen, ist das Bild in der Regel das durch Fig. 38 dargestellte. Links und rechts des Steines fließt der Sand an dem Stein vorbei, wie man an der Form der Sandoberfläche erkennt.

Andererseits darf nicht verschwiegen werden, daß man auch Spuren von Windtätigkeit sehr oft findet. Wellenfurchen sind auf den sandüberkleideten Hängen eine häufige Erscheinung. Und zwar sind die Wellenfurchen meist senkrecht zur Richtung des Tales angeordnet, wie es der Wirkung eines dem Tale parallel wehenden Windes zuzuschreiben ist. Soweit man an den leider stets etwas verwaschen gewesenen Wellenfurchen auf die Richtung des Windes schließen darf, scheint in der Hauptsache von der See kommender Wind für die Bildung der Sand-Wellenfurchen verantwortlich zu sein.

Es ist leicht möglich, daß auch die Entstehung der oben beschriebenen Nadeln unter der Mitwirkung windbewegten Sandes vor sich geht. Da ich stärkeren Wind und damit Sandflug in der Tacna-Wüste nicht erlebt habe, kann ich eine Entscheidung darüber nicht fällen.

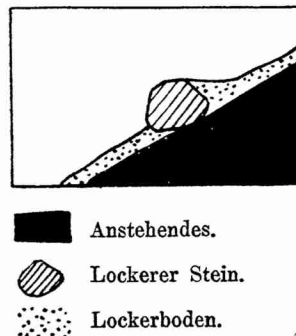


Fig. 38. Lockerboden am Hange; von oben auf einen Stein auffallend.

Ich halte es für recht wahrscheinlich, daß auch für das Fehlen der Gehängerunsen der Wind zu einem Teil verantwortlich zu machen ist. Wir dürfen ja doch immer nicht vergessen, daß Niederschläge in der Tacna-Wüste keineswegs fehlen, so daß wir eigentlich Wassererosionsformen zu erwarten haben. Wir würden in diesem Falle in der Tacna-Wüste dem Wind eine verhältnismäßig starke korrodierende Wirkung zuschreiben müssen. Wenn trotzdem der Sand seinen eluvialen bezw. im Sinne Kaisers kolluvialen¹⁾ Charakter immer noch weitgehend bewahrt, so ist das ein Beweis für die schnelle Gesteinsaufbereitung in der Tacna-Wüste.

Etwas, aber auch nur wenig, fällt der Südhang des Azapa-Tales aus dem Rahmen der beschriebenen Formen heraus. Während der Nordhang ebenso geradlinig und glatt ist wie alle anderen Hänge der großen Täler, ist der Südhang ungefähr südlich Azapa merkwürdigerweise ziemlich kräftig in runde Kuppen aufgelöst (Abb. 27, Hintergrund). Die Oberfläche der Kuppen ähnelt genau der Oberfläche der glatten Talhänge. Insbesondere fehlt jede engere erosive Zerschneidung; die Hänge sind sandbedeckt und glatt. Die Kuppen unterscheiden sich demnach sehr deutlich von den kuppigen Hügeln der Kernwüste²⁾. Ich habe für diese ganz singuläre Ausbildung kuppiger Formen eigentlich keine rechte Erklärung. Vielleicht ist es möglich, daß die Bildung durch frühere Grundwasseraustritte bewirkt ist. Wir haben nämlich noch jetzt gerade im unteren Teile des Azapa-Tales auf dem Talboden sehr kräftige Grundwasseraustritte. Es ist wohl denkbar daß diese Grundwasseraustritte in einem früheren, in diesem Gebiete etwas feuchteren Klima weiter verbreitet waren und daß sie die Auflösung des Südhanges in einzelne Kuppen bewirkt haben.

Die für die Fläche der tieferen Lagen bereits erwähnten Salzkrusten finden wir an den Hängen der großen Täler sehr häufig. Es handelt sich meist um Kochsalzkrusten. Diese Krusten zeigen an den Hängen und auf der Fläche in der Nähe der Hänge eine sehr bemerkenswerte Anordnung. Man findet sie nämlich überall dort, wo man in feuchteren Gebieten das Austreten von Grundwasser erwarten würde. Besonders bevorzugt ist der obere Rand konvexer Gehängeknicken. Und zwar sind hier wieder besonders bevorzugt die obersten Teile der Talhänge, also die Stellen, an denen in feuchterem Klima der Grundwasserspiegel der Fläche am Talhang austreten könnte (als ein derartiges Beispiel

1) E. Kaiser, Diamantenwüste, Bd. II, S. 239.

2) Man vergleiche z. B. Abb. 6 mit Abb. 27.

vgl. Fig. 39). Auch im oberen Teile eines sandverschütteten Tales fand ich eine derartige Salzausblüfung.

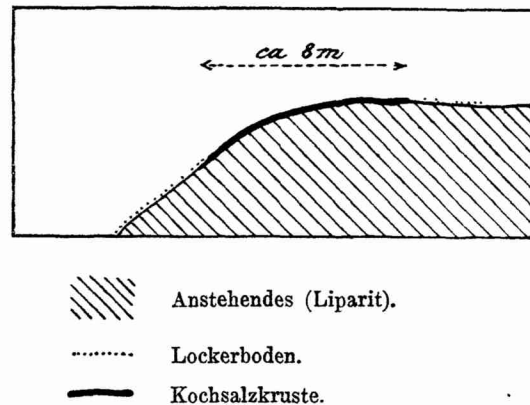


Fig. 39. Kochsalzausblühungen an Hangen in der Tacna-Wüste.

Wir haben es anscheinend tatsächlich mit einer dem Grundwasser parallelen Erscheinung zu tun. Da in dem trockenen Klima — im Kaiser'schen Sinne müßten wir es unbedenklich als extrem arid bezeichnen — ein perennierender Grundwasserstrom rein lokalen Charakters kaum möglich ist, so müssen wir die Existenz temporärer Grundwasserströme als bestehend annehmen. Das Wasser dürfte während eines Regens zum Teil einsickern und ziemlich dicht unter der Oberfläche — in den anstehenden Fels kann es ja kaum eindringen — abwandern. Daß das in der Tacna-Wüste mit ihrem Vorwiegen von Sand und der damit zusammenhängenden starken Verdunstung möglich ist, hängt wohl damit zusammen, daß die Regen in der Tacna-Wüste zum Teil von geringer Dichte, aber entsprechend größerer Dauer sind. Stundenlange Nebelregen sind im Rahmen der überhaupt fallenden Niederschläge keine Seltenheit. Wo nun das Wasser in humidem Klima als Quelle zu Tage treten würde, bewirkt in der Wüste die auf den Regen folgende Trockenheit, daß das Grundwasser bei Erreichen der Oberfläche verdunstet, so daß sich an diesen Stellen das von dem Wasser mitgeführte Salz anreichert. Der Vorgang findet anscheinend noch jetzt statt. An manchen Stellen wird nämlich das Salz im Kleinbetrieb abgebaut, und es ist mir erzählt worden, daß es immer wieder nachwächst.

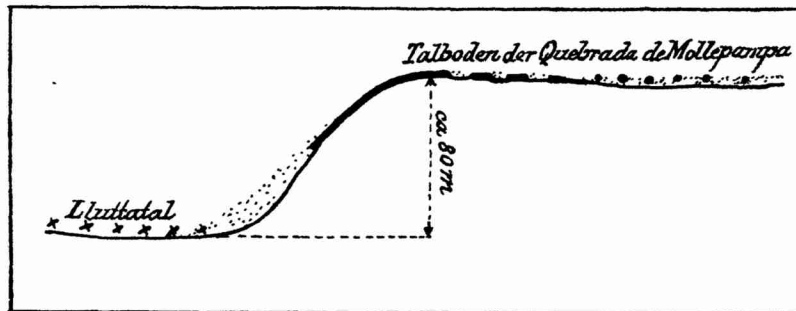
Ein besonders schönes Beispiel für eine solche Salzausblüfung ist die Ausbildung einer Salzkruste an der Ausmündung der mehrere

Kilometer langen Quebrada de Mollepampa. Dort wird nämlich, wenn man den Talboden abwärts geht, kurz vor der mehrere Hundert Meter breiten Ausmündung des Tales der Boden unter dem Sande in merklicher Weise immer härter, und bald erkennt man, daß man auf einer harten Salzkruste geht, der der Sand in immer dünner werdender Lage aufliegt. Unmittelbar am Abfall des hochgelegenen Talbodens zum Llutta-Tal tritt auf größere Flächen die reine Salzkruste zu Tage, schon von weit her an ihrer leuchtend weißen Farbe zu erkennen. Auch der Abfall selbst ist, zum mindesten in den oberen Teilen, von einer Salzkruste überzogen, die so hart und so lückenlos ist, daß man auf der Kruste wie auf einer mäßig steilen Felsplatte abwärts klettern konnte und mußte. Erst ganz unten befand sich wieder eine Sandhalde (vgl. Fig. 40). Ob die Salzkruste unmittelbar dem Anstehenden auflag oder ob sich unter der Salzkruste noch eine Lage lockeren Sandes befand, konnte nicht festgestellt werden.

In diesem Zusammenhange seien eine Anzahl von Beobachtungen über Anzeichen temporären Grundwassers auch in den anderen chilenischen Wüstengebieten zusammenfassend behandelt. Das Salar de Pintados (vgl. oben S. 121f.) ist eine Bildung, die dem von der Hochkordillere kommenden kontinuierlichen Grundwasserstrom ihr Vorhandensein verdankt. Auch die anderen, räumlich recht beschränkten und wenig imponierenden Salare mögen einem zwar nicht völlig kontinuierlichen, aber doch immerhin aus einem größeren Einzugsgebiet stammenden Grundwasserstrom ihre Existenz verdanken.

Daneben findet man jedoch des öfteren wenig ausgedehnte Salzausblühungen an Stellen, wo von einem kontinuierlichen Grundwasserstrom keine Rede ist. Zum Teil handelt es sich um Stellen, wo episodisch zusammenfließendes Oberflächenwasser eindunstet¹⁾. Andererseits finden wir Salzkrusten gelegentlich an Hängen von Trockentälern oder auch am Fuße kleinerer Hügel, so z. B. in dem Trockental der Toco-Wüste, das durch Abb. 19 wiedergegeben ist, in dem Hügelgebiet bei Joya, an einigen Hügeln der Vergara-Wüste, in der Küstenwüste oberhalb Iquique usw. Stets handelt es sich um Stellen, wo man in humidem Klima zwar kein stehendes Wasser, aber einen Grundwasseraustritt erwarten könnte. In der Küstenkordillere oberhalb Iquique sah ich zwei Tage nach einem Regen, als die gesamte Oberfläche bereits völlig trocken war, am Rande eines größeren Hügelgebietes eine Anzahl feuchter Stellen,

1) J. Brüggen, *El Agua Subterránea en el Norte de Chile*, a. a. O. S. 15.



- Salzkruste.
- Sand.
- Vereinzelt, auf dem Sande liegende Steine.
- x x x Ablagerungen des (im Querprofil dargestellten) Llutta-Tales.

Fig. 40. Längsprofil der Quebrada de Mollepampa an ihrer Ausmündung in das Llutta-Tal.

Man beachte die grundsätzliche Ähnlichkeit mit Fig. 39.

die ganz einwandfrei Grundwasseraustritte waren. Von dauernden Grundwasseraustritten ist an den betreffenden Stellen bestimmt keine Rede. Insbesondere tritt das von der Hochkordillere kommende Wasser dort keinesfalls zu Tage.

Die gemachten Beobachtungen sind ein neuer Beleg für das auch sonst bereits vermutete Vorhandensein lokal bedingten Grundwassers mit relativ hohem Grundwasserstande in der Wüste¹⁾.

Daß bei dem starken oberflächlichen Wasserabfluß und dem sicher sehr langsamen unterirdischen Wandern des wenigen eingesickerten Wassers dieses Wasser nicht verdunstet, bevor es die Stelle erreicht, an der es in humidem Klima als Grundwasser austreten würde, sondern, wie die Krustenbildung beweist, sogar nach Aufhören des Regens noch als Grundwasser bestehen bleibt, könnte bei der excessiven Trockenheit insbesondere der extrem wüstenhaften Gebiete vielleicht befremdlich erscheinen. Die kapillare Steighöhe des Grundwassers im Boden dürfte jedoch kaum über 1 Meter betragen; die Luftbewegung und somit die Verdunstung im Boden selbst ist zu vernachlässigen. Es kann demnach selbst in excessiv trockenem Klima in 1—2 Meter unter der Oberfläche ein Grundwasserspiegel durchaus eine gewisse Konstanz haben.

1) Vgl. insbesondere Kaiser, Diamantwüste II, S. 180.

3. Zusammenfassung.

Fassen wir die in dem nördlichsten Teil des chilenischen Wüstengebietes gemachten Beobachtungen über die Formen und ihre Entstehung zusammen, so haben wir folgendes Bild. In den oberen Lagen zeichnen sich die kleineren Täler durch Schuttarmut aus; Wirkung des fließenden Wassers ist in ihnen sehr kräftig. Auf den unzerschnittenen, kleinen Flächen treten Schwerkraftbewegungen in den Vordergrund. Salzverwitterung fehlt. In den unteren Lagen zeichnen sich die unzerschnittenen Flächen durch eine gewisse Schuttarmut aus, während die Hänge der großen Täler besonders am unteren Rande der Hänge recht stark verschüttet sind. Gesteinszersetzung durch Salz spielt in den tieferen Lagen eine erhebliche Rolle. Der lockere Detritus wird unter dem Einfluß der Schwerkraft und auch des Windes verlagert. Der Wind mag korradierend an der Glättung der Hänge mitarbeiten. Spuren der Flächenabspülung sind daher in den unteren Lagen nicht vorhanden. Im ganzen weicht das Tacna-Gebiet am stärksten von den Kernwüstengebieten ab.

D. Die küstennahe Gebirgswüste.

Fast überall zwischen die bisher beschriebenen Wüstengebiete und das Meer schiebt sich ein Streifen, der sich bezüglich seines morphologischen Bildes mehr oder minder stark von der Wüste des Inneren, insbesondere der Kernwüste, unterscheidet. Er umfaßt die Zone, in der die abtragenden und formenschaffenden Vorgänge durch die Nähe des Meeres beeinflußt werden. Diese äußert sich zunächst in der größeren Nähe der Erosionsbasis des Meeres und dem starken Abfall des küstennahen Gebirges zu dieser Erosionsbasis. Mittelbar äußert sie sich darin, daß die klimatischen Verhältnisse, wennzwar immer noch „extrem-arid“, so doch andere sind als weiter im Inneren (vgl. unten S. 157 ff.). So ist es denn nicht verwunderlich, daß entsprechend der Einheitlichkeit der Faktoren die Abtragungs- und Formungsbedingungen in allen küstennahen Wüstengebieten ungefähr die gleichen sind.

Die eigentliche Strandzone im weiteren Sinne, also auch die gehobenen Strandterrassen und ähnliche Gebilde, die unmittelbar unter dem Einfluß der meerbedingten Kräfte stehen, will ich nicht behandeln. Wenn auch die Küste in einem Wüstengebiete ein anderes Aussehen hat als in einem humiden, so sind doch die Unterschiede nicht gar so erheblich, und viele Gebilde des Meeresstrandes der Wüste kann man in semiariden und sogar humiden Gebieten ebenfalls nicht allzu selten bewundern.

Sämtliche küstennahen Gebiete habe ich nur flüchtig, im allgemeinen nur gelegentlich der Durchquerung zwischen Küste und Innerem, kennen gelernt. Immerhin ist das morphologische Bild so gleichförmig und läßt sich nach Kenntnis der anderen Wüstengebiete Chiles so gut mit diesen in Beziehung setzen, daß ich es doch wagen möchte, aus den nur flüchtigen Beobachtungen ein Gesamtbild zu geben.

In der Tacna-Wüste läßt sich eine Grenze des küstennahen Gebietes gegen die Wüste des Inneren eigentlich nicht ziehen. Unterhalb des Westrandes der Fläche beginnt das obere Ende einer gehobenen Strandplatte, die von Küstensand überweht wird und die wir deshalb als einen Teil der Küste nicht betrachten wollen. Nur der Westabfall der niedrigen Berge südlich Arica reicht unmittelbar bis an das Meer. Wenn man so will, kann man vielleicht den gesamten unteren Streifen der Tacna-Wüste (o. S. 128 ff. und 133 ff.) als küstennahes Wüstengebiet betrachten. Da dieser sich jedoch sehr weit in das Innere erstreckt und sich auch infolge der Verschiedenheit der Großformen von den anderen küstennahen Wüsten unterscheidet, haben wir ihn bereits im Rahmen der Wüsten des Inneren behandelt.

Weiter nach Süden gehört zu den küstennahen Wüstengebieten in erster Linie der westlichste Abfall der Küstenkordillere bzw. der die Küste begleitenden Gebirge zum Stillen Ozean. Die Höhe dieses Abfalls steigt von Norden nach Süden von ca. 3—500 Meter bis ca. 6—800 Meter an. Das Landschaftsbild des Gebirgsabfalls ist im Prinzip überall dasselbe. Zu den küstennahen Gebieten muß man jedoch außer dem eigentlichen Gebirgsabfall noch einen mehr oder minder breiten Streifen landeinwärts rechnen. Die Breite dieses Streifens ist verschieden. Die Ostgrenze erreicht die Wasserscheide in der Regel nicht und geht nie über dieselbe hinaus. Die Höhengrenze steigt zwar in gleichem Sinne wie die Wasserscheide, aber nicht so stark. Je höher der wasserscheidende Kamm wird, und je weiter er sich damit von der Küste entfernt, um so höher und östlicher ist auch die Ostgrenze der küstennahen Wüste, obzwar die Entfernung von der Wasserscheide immer größer wird. Am höchsten hinauf reicht der Formenschatz der küstennahen Gebiete in der Gegend von Taltal¹⁾. Die Grenze zwischen den küstennahen Wüstengebieten und denen des Inneren ist dort, wo ich sie überschritten habe, also bei Iquique, bei Tocopilla und bei Taltal, recht scharf, wenn auch Überstrahlungen von beiden Seiten her

1) Das küstennahe Gebiet bei Antofagasta habe ich nicht kennen gelernt.

vorkommen. Im Durchschnitt hat der Streifen der küstennahen Wüste nur eine Breite von einigen Kilometern.

Folgt man dem Laufe eines der aus der Taltal-Wüste zum Meere gehenden rios secos, also z. B. der Quebrada de Matancilla, so befindet man sich im oberen Teile — wo das Tal den Namen allerdings noch nicht einmal führt — in einem breiten, schwemmschutterfüllten Tale, dessen Aussehen in keiner Weise von dem der anderen größeren Täler der Wüste des Innern abweicht. Mit Annäherung an die Küste, in ungefähr 15 km Luftlinienentfernung und in einer Meereshöhe von 1700—1600 Meter, wird jedoch das Gefälle steiler; das Tal wird merklich enger, und bald hat es nicht mehr die geringste Ähnlichkeit mit dem oberen Teile, sondern ist ein stellenweise klammartiges, sehr steilwandiges Kerbtal geworden. Man sieht sofort, daß von einer bestimmten Stelle an die Abtragungsbedingungen völlig andere geworden sind. Irgend ein Faktor hat sie maßgebend verändert, und zwar ist das zuerst einmal offenbar die große Nähe der im Meeresniveau liegenden Erosionsbasis. Die dadurch außerordentlich verstärkte Erosion wirkt sich nicht nur in dem steilen Gefälle der Quebrada aus, sondern auch in den Bergformen.

Die Menge des freien Detritus ist außerordentlich gering. Überall sieht man die nackten Felshänge (Abb. 30). Der durch die Verwitterung entstehende Schutt wird sofort abtransportiert. Das Defizit zwischen Transportkraft und Schuttproduktion ist gewaltig. Und zwar ist es in den Tälern das fließende Wasser, das für einen schnellen Abtransport des in die Täler gelangenden Schuttes sorgt. Sehr oft liegt auf dem Talboden der blanke Fels völlig frei. An wenigen Stellen ist er von im Wasser abgelagertem, eckigem Schutt bedeckt, der nicht selten zu richtigen Terrassen aufgebaut ist. Diese Terrassen sind anscheinend ganz vergängliche Gebilde. Zum Teil sind sie im Entstehen begriffen, zum anderen Teil werden sie gerade zerstört. Eine Regel in dieses Nebeneinander habe ich nicht bringen können. Im Ganzen haben diese Täler bezüglich ihres Querprofils und der Beschaffenheit des Bodens eine gewisse Ähnlichkeit mit den beschriebenen Tälern in den Berg- und Hügelgebieten der Kernwüste. Die Hänge sehen allerdings anders aus als in der Kernwüste. Nicht nur die erwähnte Kahlheit ist daran schuld, sondern auch die Art der Verwitterung. Im Vordergrund steht die mechanische Zertrümmerung in größere und kleinere Blöcke. Diese rutschen oder stürzen unter dem Einfluß der Schwerkraft die Hänge abwärts. An geeigneten Stellen entstehen Blockströme, die sich vielleicht in langsamer Bewegung befinden, ebenso auch,

besonders an den nach der Küste exponierten Hängen, Schutthalden (Abb. 31). Auch das fließende Wasser wirkt an den Hängen, wie die Gehängekerbtäler auf schuttlosem Fels (Abb. 30) zeigen. Der Staub der Kernwüste fehlt so gut wie völlig; ebenso tritt der Sand der Mittelwüsten zurück. Nur in den unteren Teilen der küstennahen Wüsten, wo er wahrscheinlich von der Küste heraufgeweht wird, findet man ihn häufiger. Salzausblühungen sind kaum zu sehen.

Der großen Intensität der abtragenden Kräfte und der damit verbundenen Schnelligkeit des Materialtransportes ist es wohl auch zuzuschreiben, daß man kaum Gesteinsstücke findet, die Wüstenlack oder Ausblasung durch Wind zeigen. Überhaupt tritt der Wind bezüglich seiner Bedeutung für die Formen, wenn man von den untersten Lagen absieht, noch stärker in den Hintergrund als in den anderen chilenischen Wüstengebieten. Seine Kraft ist an vielen Stellen des Gebirges zu stark gebremst, und außerdem findet er kaum irgendwo genügend Material, das er transportieren oder mit dem er anderes Material bearbeiten kann. An den frei dem Westwinde ausgesetzten Stellen dürfte allerdings die Windwirkung (Deflation und Korrasion) bedeutend sein.

Sicher ist der Unterschied der Formen der küstennahen Wüstengebiete gegenüber dem Formenschatz des Inneren nicht nur durch die größere Transportintensität längs der Talfurchen bedingt. Sonst müßte man wenigstens an den Stellen, die dem unmittelbaren Einfluß der Erosionsbasis des Meeres entzogen sind, den Formenschatz des Inneren, insbesondere die Ausgestaltung der Oberfläche, finden. Das ist nicht der Fall. Wir werden unten S. 162ff. darauf zurückkommen.

In der Gegend von Tocopilla ist die Grenze zwischen dem Inneren und der küstennahen Wüste ähnlich scharf wie bei Taltal. Hier ist man sogar in der Lage, den Kampf der Formen beider Gebiete zu verfolgen. Südöstlich Tocopilla sieht man nämlich ganz deutlich, wie in der Nähe der Grenze Pampas, die ihrer Form und Ausbildung nach zweifellos der Kernwüste angehören, zur Zeit durch rückschreitende Erosion vom Meere her zerschnitten werden und sich zu einem großen Teile bereits völlig in ein Hügelland aufgelöst haben.

Es mag Zufall sein, aber ich möchte es doch erwähnen, daß ich, von unten kommend, gerade in der Nähe der Grenze die ersten mit Staub und Staubhaut bedeckten Hügel mit ihren typischen Formen der Kernwüste auf diesem Wege sah.

Die von der Küste her rückschreitende Erosion ist die Ursache für die Gefällsversteilung der Täler mit Annäherung an

die Küste. Sowohl bei Taltal als auch bei Tocopilla kann man nicht eigentlich von einem konvexen Gefällsbruch sprechen. Das Profil der zur Küste gehenden Täler ist im Ganzen konvex (vgl. die Figuren oben S. 6/7). Der Vorgang der rückschreitenden Erosion ist, wie man sowohl bei Taltal als auch bei Tocopilla sehen kann, immer noch im Gange.

Größere Teile der Küste habe ich vom kleinen Motorboot aus großer Nähe mit dem Fernglas betrachten können und dabei den Eindruck gewonnen, daß das Landschaftsbild fast überall grundsätzlich dasselbe ist. Sehr oft sieht man von der See aus, daß in den Abfall des Gebirges zum Meere flache Kesselbuchtungen eingeschnitten sind, deren Wand durch steile blockerfüllte Runsen gegliedert ist.

Nur in den küstennahen Gebieten bei Iquique ist der Formenschatz nicht so extrem ausgebildet. Dort ist die Landschaft vielfach der Binnenwüste von Taltal ähnlich. Insbesondere sind die ziemlich erheblichen Sandmengen bemerkenswert, die die Gehängehohlformen in ganz ähnlicher Weise verschütten, wie wir es in den anderen Mittelwüsten gesehen haben. Ebenso wie in der Taltal-Wüste fehlt der Staub und die Staubhaut nicht überall. Andererseits findet man bei Iquique die Blockströme in felsigen Runsen und die blanken Felshänge, die für die übrigen küstennahen Gebiete charakteristisch sind, immerhin nicht selten.

Nach dem Nebeneinander der Formen bei Iquique scheint es, als ob dort eine unter anderen und zwar binnenwüstenhaften Bedingungen geschaffene Landschaft sehr schnell in den Bereich der küstennahen Abtragung gelangt ist und noch nicht völlig hat umgestaltet werden können.

Steigt man nämlich von Iquique aus in südöstlicher Richtung den Abhang der Küstenkordillere empor, so kommt man in ungefähr 600 Meter Meereshöhe auf eine ziemlich einförmige, nur schwach gewellte Ebene, die im Osten, Süden und Norden von Bergen umgeben ist und im Westen in scharfem Knick zum Meere abfällt. Im südlichen Teile wird die Ebene durch ein von Osten kommendes Trockental entwässert, das ebenfalls in über 500 Meter hoher Stufe zu der breiten Strandplatte abbricht.

Der Abfall dieser Ebene zum Meere schließt den Untergrund der Ebene auf und gestattet einen guten Einblick in den Aufbau der Ebene. Er ist in mindestens den obersten 220 Metern der charakteristische Aufbau der Pampas des Inneren, und zwar in deutlicher Schichtung feinere und gröbere Schwemmschuttsschichten mit Sand wechsellagernd. Auch die beschriebene Form der halb-

kreisförmig von Bergen umgebenen Ebene läßt ja sofort an eine Pampa denken. Offenbar wird sie heute verkleinert oder ist wenigstens bis vor kurzem verkleinert worden durch den zurückschreitenden Abfall des Gebirges zur Strandplatte.

Es ist eigentlich auffallend, daß sich diese rückschreitende Erosion nicht besonders längs des großen von innen kommenden Tales äußert und daß sie nicht gleichzeitig eine völlige erosive Auflösung der Pampa bewirkt, wie wir es in ähnlicher Form bei Pampas nahe Tocopilla gesehen haben. Es hat das anscheinend folgenden Grund: Das Trockental bringt von oben so viel Schutt mit, daß es sich nicht einschneiden kann. Es könnte also nur durch von der Strandplatte rückwärts arbeitende Erosion eine Talvertiefung erleiden. Gerade bei Iquique haben wir nun eine sehr breite Strandplatte und anscheinend ein Vorbauen des flachen Strandes, so daß die Flugsandmengen an der Küstenlinie außerordentlich groß sind¹⁾. Der Sand wird am Gebirgsabfall emporgeweht und verhindert die Ausbildung von Talfurchen, die rückschreitende Erosion einzelner Täler von unten her ist demnach völlig lahmgelegt. Die geringe Ausbildung der für die küstennahen Gebiete charakteristischen, durch die Nähe der Erosionsbasis bedingten Formen oberhalb des Steilabsturzes ist aus diesen Tatsachen ohne weiteres verständlich.

Abgesehen von der Ausnahme bei Iquique entsteht durch das den küstennahen Gebieten eigene Zusammenwirken der Kräfte ein Landschaftsbild, das dem unserer Kalkalpen außerordentlich ähnlich ist. Steile, vegetationslose, zum Teil durch Windkorrasion bearbeitete Felshänge, die das Grundgestein in leuchtender Klarheit erkennen lassen, gliedert zum Teil durch schutterfüllte und möglicherweise vom Schutt geschaffene Runsen, steile Wasserrinnen und Gehängekerbtäler. Tief eingeschnittene Kerbtäler mit Stufen im Längsprofil, über die zu den seltenen Zeiten der Wasserführung Wasserfälle hinabstürzen mögen, klammartige Verengung der Täler. In der Nähe der Bergkämme Zirken, in denen sich ein Teil des abrutschenden Schuttes sammelt. In der Tat, eine überraschende Übereinstimmung mit der uns geläufigen Landschaft mancher Kalkalpengebiete.

1) Es sei erwähnt, daß sich auf der Strandplatte südlich Iquique eine NS verlaufende, mehrere hundert Meter hohe wandernde Strichdüne befindet.

Die Randwüste (Atacama).

Als Randwüste möchte ich den Teil des chilenischen Wüstengebiets bezeichnen, der sich südlich an die Taltal-Wüste anschließt und sich bis ungefähr zur Breite von Huasco-Vallenar erstreckt. Dieses Gebiet deckt sich ungefähr mit der chilenischen Provinz Atacama und darf als Atacama-Wüste im eigentlichen Sinne bezeichnet werden.

Auf den ersten Anblick sieht man, daß dieses Wüstengebiet bei weitem nicht so extrem ist wie die weiter nördlich gelegenen Gebiete. Insbesondere ist es das Vorkommen von Vegetation, das die Atacama von den extremen Wüstengebieten unterscheidet. Zwar ist die Vegetation äußerst weitständig und zum Teil so kümmerlich, daß man sie nur bei genauestem Hinsehen bemerkt. Immerhin ist sie vorhanden, und ich selbst würde aus diesem Grunde die Atacama nur als Halbwüste bezeichnen. Nachdem sie jedoch als Wüste in die Literatur eingegangen ist, und da es nach Gradmann¹⁾ fast gar keine Wüsten mehr gibt, wenn man die Gebiete mit Vegetation als Halbwüste bezeichnet, so möchte ich, um mich mit dem herrschenden Sprachgebrauch nicht in Widerspruch zu setzen, auch dieses Gebiet hier kurz behandeln. Schon jetzt möchte ich jedoch betonen, daß es mir nicht erlaubt scheint, eine morphologische Ähnlichkeit aller Wüsten zu postulieren, wenn man so verschiedene Gebiete wie die Atacama und die chilenische Kernwüste mit demselben Wort „Wüste“ zusammenfaßt.

Das in Rede stehende Gebiet habe ich nur während der Durchreise mit dem Longitudinal von der allerdings nicht übermäßig schnell fahrenden Eisenbahn aus gesehen, kann also Genaueres nicht darüber sagen. Im Zusammenhang mit dem in den anderen chilenischen Wüstengebieten Gesehenen sind einige der gemachten flüchtigen Beobachtungen jedoch recht interessant, da sie das Bild abrunden. Meine Beobachtungen halte ich deshalb für recht beweiskräftig, weil sie auf der Hinfahrt ohne Kenntnis der erst später gefundenen Zusammenhänge gemacht worden sind und trotz-

1) R. Gradmann, Wüste und Steppe, Geogr. Zeitschr. XXII, 1916, S. 417—41, 489—509.

dem gut in das Gesamtbild passen. Eine Nachprüfung und Ergänzung meiner eigenen Eindrücke gestatten mir die von R. A. Philippi¹⁾, J. Bowman²⁾ und W. Penck³⁾ gemachten Beobachtungen.

Für den aus dem Süden Kommenden ist beim Eintritt in das Gebiet bemerkenswert, daß sich der Formenschatz zunächst nicht allzu sehr von dem der südlich gelegenen steppenhaften, bereits recht ariden Winterregengebiete (z. B. bei Coquimbo-Serena) unterscheidet. Nur die starke Zunahme des Blockschuttes, der die Hänge und die allmählich immer ausgedehnter werdenden Talböden bedeckt, fällt auf. Mit der Zunahme des Blockschuttes wird auch die Form der Berge anders. Sie verlieren ihren kuppigen Charakter; Felszacken und steilere Felsabbrüche treten an die Stelle der runden Formen. Nicht weit südlich Copiapó nimmt die Vegetation stark ab, so daß man, besonders wenn man vom Süden kommt, wohl geneigt ist, von einer Wüste zu sprechen. Gleichzeitig tritt ein neues Moment hinzu, nämlich der lockere Sand.

Der Sand bedeckt z. T. gerade die höchsten Teile der Berge; insbesondere verschüttet er die zahlreichen Gehängekerbtäler und Mulden in der Nähe der Bergkämme. Andererseits sieht man auch Berge, die Sand nur in den unteren Teilen aufweisen (Abb. 32). Der Gegensatz zwischen dem dunklen Gestein und dem hellen Sande bewirkt es, daß die Berge geradezu wie verschneit aussehen (Abb. 33). Ob der Sand vorwiegend vom Winde bewegt wird oder aber wesentlich unter dem Einfluß der Schwerkraft steht, habe ich natürlich nicht entscheiden können. Von weitem hat man den Eindruck der Windverwehung (Abb. 32).

Am Fuße der Berge setzen dieselben weiten Schuttfächer an, die wir für die anderen Wüstengebiete bereits beschrieben haben. Allerdings muß ich gestehen, daß ich bei der Durchreise meist der oben S. 17 f. beschriebenen optischen Täuschung zum Opfer gefallen bin und die Form der Schuttfächer in der Regel falsch beurteilt habe. Als ich in der Kernwüste meinen Irrtum erkannte, war es zu spät, nachzuprüfen, wie nun die Verhältnisse in der Atacama in Wirklichkeit liegen. Aus den oben zitierten Arbeiten geht jedoch zweifelsfrei hervor, daß es sich in der Tat um flache, sehr ausgedehnte Schuttebenen handelt.

Die Schuttebenen sind zu einem Teil von Trockentälchen überzogen, die allerdings so undeutlich sind, daß man die ungliederte

1) R. A. Philippi, Reise durch die Wüste Atacama. Halle 1860.

2) J. Bowman, Desert Trails of Atacama a. a. O.

3) W. Penck, Morphologische Analyse a. a. O.

Hamada als vorherrschend bezeichnen muß. Auf den Schuttfächern des südlichen Teiles der Atacama spielt der Sand auch dort eine Rolle, wo er nur in der Gipfelregion der Berge auftritt, nach dem Fuße der Berge zu jedoch fehlt. Und zwar handelt es sich um zweifellos durch Wind bewegten Sand. An jedem der weitständigen Halbsträucher sieht man eine Sandzunge, die nur wenige Dezimeter hoch ist. Für den, der die chilenische Wüste noch nicht kennt, sind gerade diese Sandzungen das erste deutliche Anzeichen, daß man sich der Wüste nähert.

Zunächst werden die Zungenhügel äquatorwärts auch wirklich etwas höher. Aber wenn ich nun erwartet hatte, allmählich in eine Sandwüste, etwa gar in eine Inlanddünenlandschaft, zu gelangen, so war ich bald recht enttäuscht¹⁾. Die Sandanhäufungen wachsen keineswegs zu richtigen Dünengebilden an, sondern sie nehmen bereits hart nördlich Copiapó deutlich wieder ab und sind bald ganz verschwunden.

Diese Abnahme der Sandanwehungen hängt sicher nicht unmittelbar mit dem Geringerwerden der Vegetation zusammen, wie man vielleicht annehmen könnte, da es ja die Vegetation ist, an die sich die Sandzungen anlehnen. Die Vegetation ist auch dort noch vorhanden, wo die Sandzungen bereits völlig fehlen.

Verf. hielt es, als er die ersten derartigen Sandzungen sah, für möglich, daß er die dem äolischen Ausräumungsgebiet der Zentralwüste entsprechende randliche Aufschüttungszone passierte, war allerdings von vornherein befremdet, daß das Ausmaß der Anwehung im Verhältnis zur Größe der weiter nördlich liegenden, ausgedehnten Wüstengebiete eigentlich recht geringfügig war. Die späteren Feststellungen über die geringe Bedeutung des Windes und der äolischen Verfrachtung in den nördlicher gelegenen chilenischen Wüstengebieten boten dann allerdings den Schlüssel für diese anfangs erstaunliche Tatsache.

Ob der gesamte, in den genannten Gebieten befindliche Sand tatsächlich von den nördlichen Wüstengebieten stammt, ist natürlich nicht sicher. Es ist durchaus möglich, daß ein gewisser Teil sozusagen kolluvial im Sinne Kaisers ist. Eins ist jedoch sicher, daß in dieser Randwüste der Sand gegenüber dem Winde beweglicher ist als in den Mittelwüsten.

Mit dem Abnehmen der Sandanwehungen im Tale tritt gleichzeitig die Herausarbeitung der Felsen zurück. Das Landschaftsbild nähert sich mehr dem von Taltal. Auch der Staub und sein Formen-

1) Meinem Freunde Berninger ging es nicht anders.

schatz, Runsen, kuppige Hügel, tritt bereits gelegentlich auf. Leider habe ich den entscheidenden Übergang der Atacama-Formen zu den Taltal-Formen nicht gesehen, da ich diese Strecke nachts gefahren bin.

Der Vollständigkeit halber sei bemerkt, daß der Copiapó-Fluß selbst ein Fremdlingsfluß ist, gespeist von der Hochkordillere her, daß also die Flußlandschaft selbst aus dem Rahmen der übrigen Landschaft herausfällt.

Die chilenische Randwüste (Atacama) weicht, um noch einmal zusammenzufassen, in ihrem Formenschatz merklich von den übrigen chilenischen Wüstengebieten ab und steht insbesondere der Kernwüste am allerfernsten. Statt des fließenden Wassers sind es Schwerkraft und in sonst im chilenischen Wüstengebiet nicht vorkommendem Maße der Wind, die als formende Kräfte auftreten. Zungenhügel auf den Pampas, verschüttete Talformen in den Berggebieten sind anscheinend die Regel.

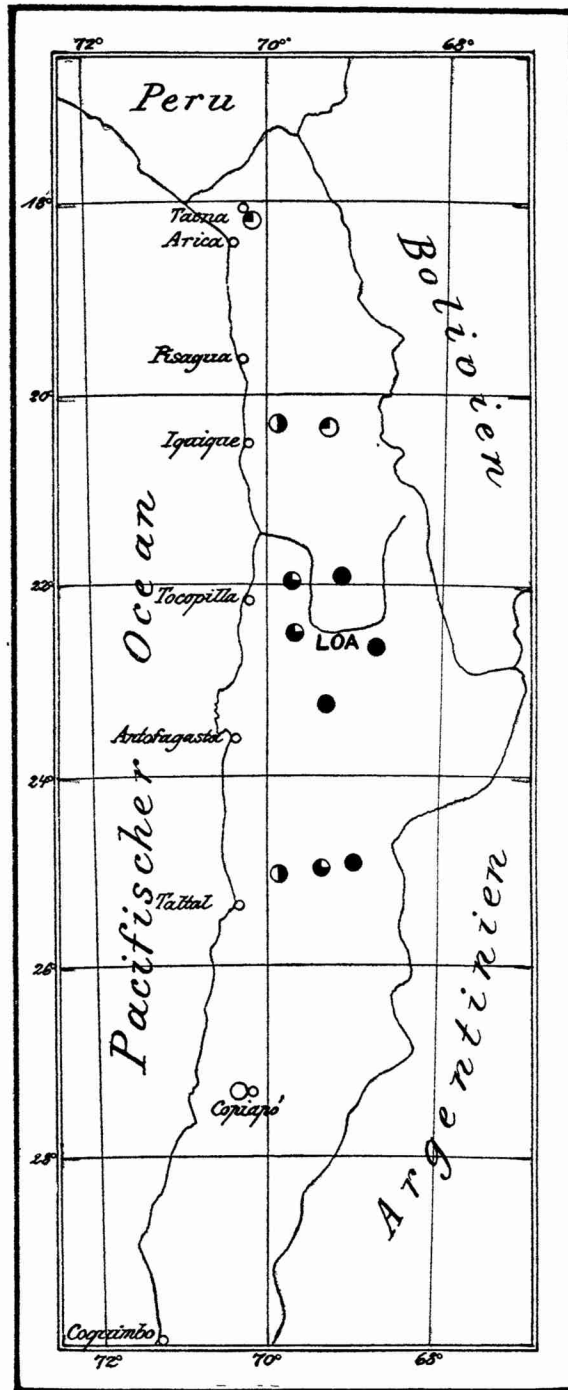
Zusammenfassung. Die klimatischen Verhältnisse der chilenischen Wüste.

Fassen wir noch einmal das Hauptergebnis unserer bisherigen Darlegungen über den Formenschatz der chilenischen Wüsten und die Kräfte, die diesen Formenschatz bestimmen, zusammen, so erhalten wir folgendes Bild¹⁾: In den einzelnen Gebieten der „Kernwüste“ haben wir Formen, die vorwiegend durch das fließende Wasser geschaffen werden und, so lange kein Wasser anzugreifen vermag, nicht zerstört werden, sondern erstarrt daliegen. / Die extremste Ausbildung dieser Formen finden wir in der Mittelkordillere östlich Toco, in der Pnelma- und der Calama-Wüste und in der Brea-Wüste (mit Ausnahme der Gegend um den Guanaco, die schon einen Übergang zur Taltalwüste erkennen läßt). Nicht ganz so extrem ist die Ausbildung in der Vergara-Wüste und noch etwas weniger in dem Westteil der Toco-Wüste. In letzteren beiden Gebieten ist schon eine zwar nicht formenbestimmende, aber doch vorhandene Wirkung des Windes und auch der Schwerkraft in geringem Maße zu sehen. Dieser Formenschatz klingt nun nach außen zu ab.

In der Taltal-Wüste ist zwar auch noch Wasserwirkung vorhanden, doch werden die Formen bereits erheblich durch freie Massenbewegungen und auch äolische Verlagerungen bestimmt. In der Iquique-Wüste im Norden ist das Bild das gleiche, insbesondere im Westteil. Der Osten (Gegend von Pica) ähnelt schon mehr der Tacna-Wüste. In der Tacna-Wüste tritt das Wasser noch mehr zurück, Wirkung des Windes und Wirkungen der Schwerkraft werden immer deutlicher. Salzverwitterung spielt in der Tacna-Wüste eine erhebliche Rolle. Der küstennahe Streifen des gesamten Wüstengebietes ähnelt den genannten Wüstengebieten, Taltal-, Iquique- und Tacna-Wüste dadurch, daß auch in ihm Schwerkraftwirkungen stark in den Vordergrund treten und Windwirkung nicht fehlt. Wir haben diese Gebiete als „Mittelwüsten“ zusammengefaßt. In der randwüstenhaften Atacama treten Wind und Schwerkraft noch mehr in den Vordergrund²⁾.

1) Vgl. zum Folgenden Fig. 41.

2) Das nördliche Randgebiet der Wüste, das auf peruanischem Gebiet zu suchen ist, habe ich nicht kennen gelernt. Die Tacna-Wüste stellt bereits einen Übergang von der Mittel- zur Randwüste dar.



- Kernwüste
- Kernwüste mit einigen mittelwüstenhaften Zügen.
- ⊖ Mittelwüste (mit einigen kernwüstenhaften Zügen).
- ⊕ Mittelwüste (ohne kernwüstenhaften Züge).
- Randwüste.

Die Küstenwüsten sind nicht dargestellt.

Fig. 41. Charakter der Wüstengebiete in Nordchile. Maßstab 1:9 Millionen.

Es gilt nun, die merkwürdige Ausbildung der Formen und ihre Unterschiede in den einzelnen Gebieten zu erklären. Wir müssen dazu der Frage nachgehen, welche Faktoren die verschiedenen formenden Kräfte in ihrer Wirkung beeinflussen können und welche dieser Faktoren eine ähnliche charakteristische Abwandlung nach ihrer Verbreitung besitzen wie die Formen selbst.

In erster Linie käme für eine Erklärung der Unterschiede der Formen die Gesteinsbeschaffenheit in den verschiedenen Gebieten in Frage. Daß diese jedoch nicht verantwortlich gemacht werden darf, haben wir bereits des öfteren erwähnt. Die Abhängigkeit der Kleinformen von dem Gestein ist in der Regel sehr gering; überdies sind die Gesteinsverhältnisse über das ganze Wüstengebiet hinweg zu gleichmäßig, als daß man aus ihren Unterschieden die Unterschiede des Formenschatzes erklären könnte. Die Tatsache, daß die Brea-Wüste und die Taltal-Wüste trotz weitgehender Ähnlichkeit der Gesteins- und Lagerungsverhältnisse einen so grundsätzlich verschiedenen Formenschatz aufweisen, daß sie verschiedenen Wüstengebieten zugeordnet werden mußten, zeigt am allerdeutlichsten, daß von einer Parallelisierung des Formenschatzes mit den geologischen Verhältnissen kaum die Rede sein kann.

Eine weitere Möglichkeit, die verschiedene Ausbildung der Formen zu erklären, wäre vielleicht die, sie mit dem Auftreten von Vorzeitformen in Beziehung zu setzen. Hier ist nun eine gewisse Parallelität vorhanden, insofern als in einigen Gebieten der Kernwüste die Vorzeitformen anscheinend zurücktreten, zum mindesten, wenn sie bestehen, durch die heute wirkenden Kräfte weiterentwickelt worden sind, während in den Mittelwüsten Vorzeitformen in mehr oder minder großem Maße angenommen werden dürfen. Man müßte dann sagen, daß mit zunehmendem Auftreten von Vorzeitformen die Ausbildung extrem wüstenhafter Formen abnimmt, und dahinter einen ursächlichen Zusammenhang vermuten. Ein solcher liegt sehr nahe, da verschiedenes Vorzeitklima eine verschiedene Gesteinsaufbereitung und daher heute verschiedene formenschafter Vorgänge bewirkt haben kann.

Es ist schwer, einen Zusammenhang zwischen der Verbreitung von Vorzeitformen und dem heutigen Formenschatz bzw. den heute wirkenden Kräften zu widerlegen, zumal tatsächlich die vorhandene gewisse Parallelität nicht zufällig, sondern in später zu erörternden Tatsachen begründet ist (u. S. 181). Sehr eng ist der Zusammenhang zweifellós nicht, denn das Gebiet, das mit die deutlichsten Vor-

zeitrelikte aufweist, die Brea-Wüste, ist gleichzeitig ein extremes Kerngebiet, während sonst die Mittelwüsten die Vorzeitformen aufweisen.

Da das Auftreten oder Fehlen von Staub und Staubhaut eng mit der Ausbildung wüstenhafter Formen parallel geht, so kann vielleicht eine Überlegung zum Ziele führen, durch welche Bedingung die Bildung der Staubhaut in den Mittelwüsten möglicherweise verhindert wird. Es wäre da an Tiere zu denken und zwar entweder tretende oder aber wühlende. Tretende Tiere gibt es im Gebiet der chilenischen Kern- und Mittelwüsten so gut wie gar nicht. Im Gouvernement Taltal sollen vereinzelte Guanacos von der Puna de Atacama bis in die Taltal-Wüste hinab gelegentlich vorgedrungen sein. Wenn dort jedoch ein Zusammenhang zwischen diesen wenigen Guanacos und der Ausbildung des Formenschatzes bestände, so müßte man erwarten, daß in der Brea-Wüste, die auf dem Wege von der Puna zur Taltal-Wüste liegt, wo also die Guanacos etwas häufiger waren und wo noch heute gelegentlich Guanacos auftreten, der Formenschatz infolge Zerstörens der Staubhaut durch die Tiere noch weniger wüstenhaft wäre als in der Taltal-Wüste. Daß dies nicht der Fall ist, zeigt, daß ein solcher Zusammenhang zwischen tretenden Tieren und Staubhaut nicht besteht.

Für viele andere Wüsten wird die Tätigkeit wühlender Tiere und ihre morphologische Bedeutung besonders stark betont, und es wäre an sich wohl denkbar, daß wühlende Tiere die Staubhaut in merklicher Weise zerstören. Im gesamten Gebiet der chilenischen Kern- und Mittelwüsten kommen jedoch keine wühlenden Tiere vor. Nach meinen Beobachtungen finden sie sich im gesamten nördlichen Chile nur dort, wo Vegetation auftritt, und zwar auch dort nur ganz lokal. Selbst in der Brea-Wüste, wo eine geringe Vegetation vorhanden ist, finden sich keine wühlenden Tiere. Nur in der Puna de Atacama, die wir im Rahmen dieser Arbeit ja nicht betrachtet haben, habe ich Wühlratten auf den Sohlen der Täler in großer Häufigkeit gefunden. Ein Übersehen dieser Wühlratten ist ausgeschlossen, weil der Bau dieser Tiere, wo sie überhaupt auftreten, dauernd von den Reittieren durchtreten wird, so daß das Reiten an solchen Stellen überaus beschwerlich ist.

Welche Rolle Tiere in der Randwüste spielen, kann ich nicht beurteilen. Selbst wenn die Rolle der Tierwelt dort etwas größer ist, würde dies für die Verbreitung der Formen innerhalb der Kern- und Mittel-Wüsten belanglos sein.

Als weiteres Moment für die Zerstörung der Staubhaut kommt der fliegende Sand in Betracht. Passarge hat gerade in letzter

Zeit wiederholt ~~dar~~ darauf aufmerksam gemacht, daß der Wind nur dort seine Wirksamkeit entfalten kann, wo fliegender Sand vorhanden ist. Der Sand ist imstande, die Staubhaut zu zerstören und somit die extreme Ausbildung der Formen zu unterbinden. Tatsächlich ist nun in allen Mittelwüsten eine mehr oder minder große Menge lockeren Sandes vorhanden. Dieser Sand mag unmittelbar durch Verwitterung entstehen oder aber aus den Ablagerungen der Trockentäler stammen. Warum verwittert dann aber das Gestein in der Kernwüste nicht zu Sand? Warum gerät in der Kernwüste der in den Ablagerungen der Trockentäler durchaus nicht fehlende Sand nicht ebenfalls ins Fliegen, sondern ist völlig verbacken? Wenn auch ein Zusammenhang zwischen dem Auftreten lockeren Sandes und Fehlen der Staubhaut m. E. sicher besteht, so haben wir damit doch das Problem im Grunde noch nicht gelöst, so lange wir nicht die eben aufgestellten Fragen beantwortet haben.

Eine Möglichkeit, dem Problem nahe zu kommen, ist vielleicht die Untersuchung der klimatischen Verhältnisse, und zwar besonders in der Richtung, ob zwischen den einzelnen Wüstengebieten klimatische Unterschiede bestehen, die den Unterschieden der Vorgänge und Formen entsprechen. Wir dürfen uns daher nicht auf die Feststellung beschränken, daß wir es in den chilenischen Wüstengebieten mit extrem ariden Gebieten zu tun haben¹⁾.

Die Bedingungen für ein Erfassen der feineren Unterschiede des Klimas in den verschiedenen Teilen der Wüste sind trotz der geringen Zahl von meteorologischen Beobachtungsstationen im nördlichen Chile recht günstig. Infolge der Salpetergewinnung wohnen in manchen Teilen der Wüste dauernd eine größere Anzahl von Menschen, die am Wetter das allergrößte Interesse haben. Teils aus beruflichen Gründen, teils weil jede Abweichung des Wetters vom Normalen ein großes Ereignis ist und eine gewisse Abwechslung in das ewige Einerlei des Lebens in der Wüste bringt. Die

1) Die Absicht, mit dieser Fragestellung an die klimatischen Betrachtungen heranzugehen, ist der Grund dafür, daß ich auf das Klima erst jetzt eingehe, und nicht, wie normal, am Anfang. Ich beabsichtige nicht, hier eine umfassende Untersuchung der klimatischen Verhältnisse des chilenischen Wüstengebietes vorzunehmen. Nur das will ich bringen, was für unsere morphologische Fragestellung von Belang erscheint. Eine ausführliche Bearbeitung des chilenischen Klimas und damit auch des chilenischen Wüstenklimas steht noch aus. Es ist zu hoffen, daß der wohl beste Kenner des chilenischen Klimas, der frühere Direktor des chilenischen Wetterdienstes, Herr Dr. Walter Knoche, seine Absicht, uns eine umfassende Darstellung des chilenischen Klimas zu schenken, bald zur Ausführung bringen kann.

mündliche Überlieferung betreffend irgendwelcher abnormer, aber auch der normalen Witterungserscheinungen ist aus diesem Grunde außerordentlich rege und, wie ich durch Vergleich der aus verschiedenen Quellen erhaltenen Nachrichten stellenweise nachprüfen konnte, recht zuverlässig (vgl. auch oben S. 18, Anm. 1).

Einige Spezialarbeiten Knoches (vgl. die Zitate unten S. 176 und S. 179) gestatten uns äußerst wertvolle Ergänzungen zu dem sonst Bekannten. Für das Gebiet von Taltal macht Darapsky (a. a. O.) sehr wertvolle Angaben. Die privaten Messungen in einigen deutschen Salpeteroficinen sind leider nicht so gut verwendbar, wie es auf den ersten Anblick scheinen könnte. Insbesondere fehlt den Selbstregistrierapparaten die Kontrolle durch Terminbeobachtungen. Immerhin bieten auch die Aufzeichnungen dieser Salpeteroficinen eine gewisse Ergänzung.

Leider liegen die seit längerem bestehenden Wetterdienststationen fast sämtlich an der Küste. Es sind das Arica, Iquique, Antofagasta, Taltal und, eigentlich schon nicht mehr ganz in unserem Gebiete, Caldera. Im Inneren war längere Zeit nur Calama (2250 Meter Meereshöhe; Station 4. Ordnung) in Betrieb. Die Station Chuquicamata hat anscheinend nur vorübergehend bestanden. Ollagüe in 3695 Meter Meereshöhe kommt für unsere Zwecke nicht in Betracht. Ganz vorübergehend (4 Monate) hat eine Station Campo de Barazarte (2040 Meter Meereshöhe) in der Taltal-Wüste bestanden. Statt ihrer sind in neuerer Zeit die Stationen Refresco (1850 Meter Meereshöhe) und Potrerillos (2850 Meter Meereshöhe) eingerichtet worden. Im Norden ist Tacna zu den Stationen hinzugekommen.

Die Beobachtungen an der Küste sind nun für die Beurteilung der Verhältnisse im Inneren kaum maßgebend, da das Küstengebirge eine sehr kräftige Wetterscheide ist und die für die Küstenstationen maßgebenden Meereseinflüsse nur in äußerst geringem Maße in das Innere dringen läßt. Immerhin können wir aus den vom Meteorologischen Institut in Santiago veröffentlichten Angaben einige Schlüsse ziehen ¹⁾.

1) Die weiterhin gegebenen Tabellen und sonstigen Zahlen sind, soweit nicht etwas anderes angegeben ist, den amtlichen chilenischen Veröffentlichungen entnommen bzw. nach ihnen umgerechnet. Man beachte bei allen Tabellen die Zahlen für Copiapó, die immer wieder erkennen lassen, wie wenig extrem wüstenhaft das im Verhältnis zu anderen Wüsten doch recht extreme Klima der Atacama im Verhältnis zu den anderen chilenischen Wüstengebieten ist.

Mittlere Jahrestemperatur und mittlere tägliche
Temperatur-Schwankung der nordchilenischen
Küstenstationen.

Station (Meereshöhe)	Mittl. Jahrest.	Mittl. tägl. T.-Schw.	Beobachtungs- jahre
Arica (10 m)	19,2	7,3	1912—16, 1920 u. 21.
Iquique (10 m)	18,2	7,8	1912—17, 1919—21 ¹⁾ .
Antofagasta (5 m)	17,6	9,8	1912 u. 13, 1919—21 ²⁾ .
Taltal (39 m)	17,3	7,8	1913, 15—17, 1919—21 ³⁾ .
Caldera (30 m)	15,7	5,8	1912, 15—18, 1920, 21 ⁴⁾ .

Die Jahresmitteltemperaturen lassen ein deutliches Ansteigen von Süden nach Norden erkennen entsprechend dem höheren Sonnenstande im Norden und der nach Norden zu abnehmenden abkühlenden Wirkung des Peru-Stromes. Die geringe mittlere tägliche Amplitude ist bedingt durch die Nähe des Meeres. Obzwar die Verschiedenheit der Beobachtungsjahre einen Vergleich der einzelnen Stationen nicht ganz zuläßt, so sei doch darauf aufmerksam gemacht, daß die mittlere tägliche Schwankung von Norden nach Süden erst zu- (Arica-Iquique-Antofagasta) und dann wieder kräftig abnimmt (Antofagasta-Taltal-Caldera)⁵⁾. Es scheint mir das bereits ein erster Hinweis darauf, daß wir in der Gegend von Antofagasta das klimatische Zentrum des chilenischen Wüstengebietes vor uns haben (vgl. unten).

Wir dürfen vermuten, daß der Temperaturanstieg von Süden nach Norden im Inneren noch kräftiger ist als an der Küste, einmal, weil im Inneren das Meer nicht den Gegensatz zwischen geringerer und größerer Äquatornähe immerhin etwas ausgleicht, zum anderen weil im Inneren die durchschnittliche Erniedrigung der mittleren Meereshöhe unserer Wüstengebiete in demselben Sinne

1) Mittl. tägl. Schw. ohne 1919.

2) Mittl. tägl. Schw. ohne 1919.

3) Mittl. tägl. Schw. ohne 1921.

4) Mittl. tägl. Schw. ohne 1912 und 1920.

5) Für die einzelnen unmittelbar vergleichbaren Jahre ist das nicht ganz so deutlich, aber doch hinreichend erkennbar.

erwärmend wirkt wie die Annäherung an den Äquator. Aus den wenigen mir zur Verfügung stehenden Angaben über das Innere kann man keine Bestätigung für diese sicher zutreffende Vermutung entnehmen (vgl. Tabelle). Sie sind nur der Vollständigkeit halber hier wiedergegeben. Die tägliche Amplitude ist im Inneren infolge des Zurücktretens der ausgleichenden Wirkung des Meeres größer als unmittelbar an der Küste.

Mittlere Jahrestemperatur und mittlere tägliche
Temperatur-Schwankung der nordchilenischen
Stationen des Inneren.

Station (Meereshöhe) Südl. Br.; westl. Länge	Mittl. Jahrest.	Mittl. tägl. Beobachtungs- T.-Schw. jahre
Tacna (560 m) 18° 0'; 70° 18'	17,1	12,2 1919—21 ¹⁾
Chuquicamata (2700 m) 22° 16'; 68° 54' ²⁾	11,3	17,1 1915
Calama (2250 m) 22° 28'; 68° 56'	13,2	22,8 1913
Refresco (1850 m) 25° 19'; 69° 52'	14,0	18,0 1915—21 ³⁾
Potrerrillos (2850 m) 26° 30'; 69° 27'	10,6	12,5 1920, 21
Copiapó (370 m) 27° 22'; 70° 21'	16,0	1912—15

Der jährliche Gang der Temperatur zeigt übereinstimmend ein sehr ausgeprägtes Maximum im Sommer, wie es dem höheren Sonnenstande entspricht. Wir dürfen annehmen, daß die durch die Kurven⁴⁾ dargestellten Verhältnisse für die gesamte chilenische Wüste Geltung haben.

Die höchsten seit 1912 bekannten⁵⁾ Temperaturen sind in C°: Arica 32,2 (4. III. 1912), Iquique 30,8 (19. II. 1913), Antofagasta 29,9 (14., 31. I., 10. II. 1913), Taltal 30,8 (18. I. 1921), Caldera 27,0

1) Mittl. tägl. Schw. ohne 1919.

2) Lage-Angaben nach L. Riso Patron, *Diccionario Jeográfico de Chile*. Santiago (Chile), 1924.

3) Mittl. tägl. Schw. nur für das Jahr 1915.

4) Siehe umseitig; die Kurven sind nach den Zahlenangaben der Jahrbücher des Meteorologischen Instituts gezeichnet.

5) Mit Ausnahme von 1914.

(versch. Tage im II.), Tacna 33,2 (15. I. 1919), Chuquicamata (nur 1915 beobachtet) 26,0 (18. I.), Calama (nur 1913) 29,5 (9., 18., 20., 21., 23.—26., 28., 31. XII.), Refresco 32,0 (2., 4. II. 1919), Potrerillos 25,5 (3. XII. 1920, 21. I., 17. V. 1921).

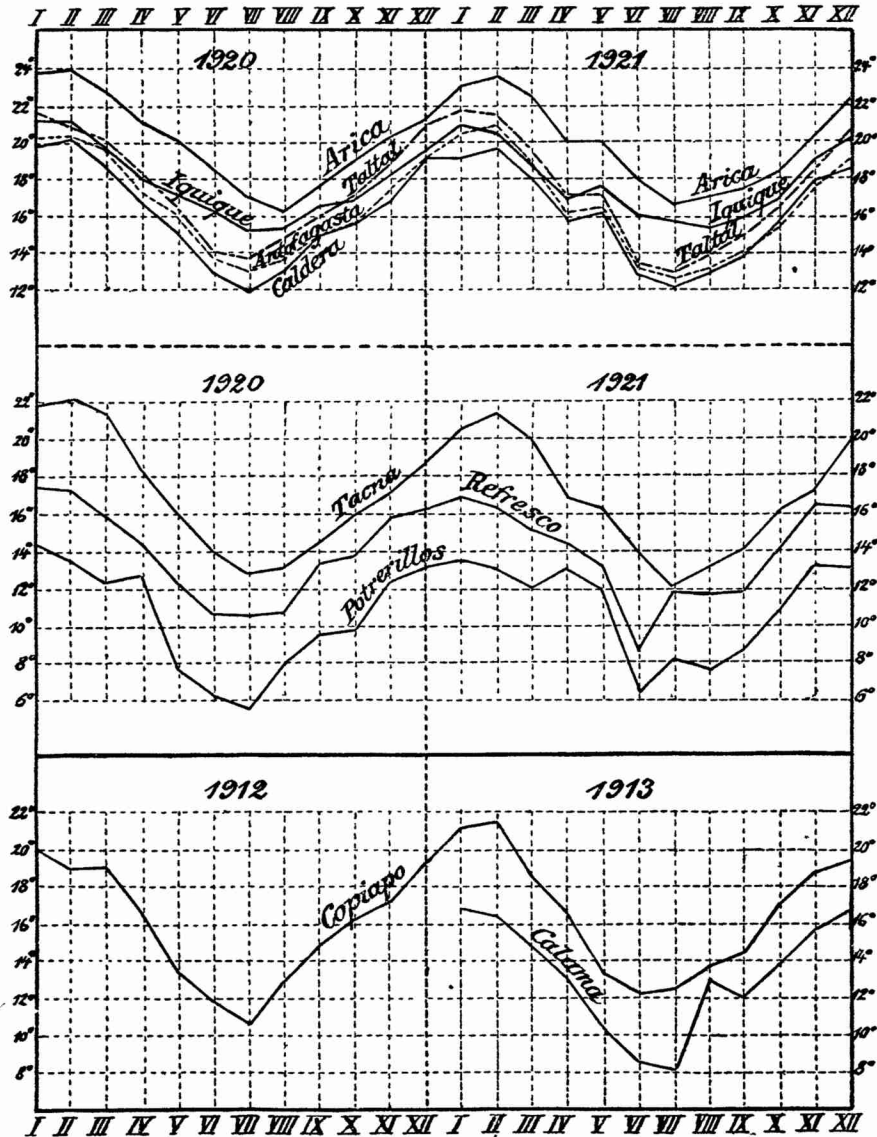


Fig. 42. Jährlicher Gang der Temperatur (Monatsmittel) auf den Stationen der Küste (oben) und des Inneren (Mitte und unten).

Sehr interessant wäre es, die mittleren Maximal- und Minimaltemperaturen der Stationen, für die genügendes Material vorliegt, miteinander zu vergleichen. Da die diesbezüglichen Verhältnisse jedoch sehr unregelmäßig sind, so müßte ich dazu die Beobachtungen in extenso wiedergeben. Das lohnt nicht, da man mit den Zahlen wenig anfangen kann für die Beurteilung der morphologischen Verhältnisse. Ganz allgemein sei gesagt, daß die höchsten mittleren Maximaltemperaturen an der Küste durchaus nicht in die heißesten Monate fallen, sondern auch vor-, seltener nachklappen können. Entsprechendes scheint für das Innere zu gelten. Für die mittleren Minimaltemperaturen gilt das nicht so stark.

Der jährliche Gang der mittleren täglichen Temperatur-Schwankung läßt eine Gesetzmäßigkeit nicht erkennen. Als größte Monatswerte der mittleren täglichen Schwankung seien folgende angeführt:

	1912	1913	1915	1916	1917
Arica	12,6 (XI)	11,9 (IX)	7,0 (XII)	6,3 (V)	10,8 (IV)
Iquique	10,0 (II)	10,9 (II)	9,7 (XII)	9,4 (II)	
Antofagasta	12,6 (IX)	13,9 (XII)	19,1 (XI)		
Taltal		10,4 (II)	8,4 (XII)	9,8 (II)	11,1 (II)
Caldera	5,2 (VI) ¹⁾		7,8 (VII)	5,9 (VI)	6,5 (II)

	1918	1919	1920	1921
Arica	8,1 (VIII) ²⁾		6,6 (VIII, IX)	6,7 (VI)
Iquique			7,6 (XII)	7,4 (I, II)
Antofagasta		9,9 (VI) ³⁾	9,7 (VI, VII)	8,4 (I)
Taltal		9,0 (XII)	9,5 (XII)	9,1 (I) ⁴⁾
Caldera	6,6 (XII)	10,9 (XII) ⁵⁾		6,3 (III)
Tacna		12,2 (II, XII) ⁶⁾	13,7 (XII)	14,6 (IV)

Nur für einzelne Jahre liegen Beobachtungen vor für Calama (1913): 25,6 (XI), für Refresco (1915): 19,6 (IX) und für Potrerillos (1920): 15,9 (IV), (1921): 13,1 (I).

- | | |
|---------------------------------|-------------------------------|
| 1) Für Dezember fehlen Angaben. | 4) Ohne Oktober und November. |
| 2) Ohne November und Dezember. | 5) Ohne Januar und Februar. |
| 3) Ohne Juli und August. | 6) Ohne Januar. |

Auf den einzelnen Stationen ist der Zeitpunkt der größten täglichen Schwankung ziemlich konstant, doch fehlen Ausnahmen nicht. Neben den aufgeführten Höchstwerten kommen übrigens meist noch sekundäre Höchstwerte der Schwankung vor. Eine Beziehung der täglichen Temperatur-Schwankung zu den Formen ist nicht erkennbar.

Bemerkt sei, daß die tägliche Amplitude der Temperatur an der Bodenoberfläche, die für die Verwitterungsvorgänge eine erhebliche Bedeutung haben kann, sicher ganz wesentlich größer ist als die Amplitude der Lufttemperatur. Systematische Messungen liegen darüber nicht vor¹⁾.

Daß die Temperatur sich von Süden nach Norden kontinuierlich ändert, der Formenschatz der chilenischen Wüste jedoch nicht, zeigt deutlich, daß ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen den regionalen Verschiedenheiten des Formenschatzes und der Verteilung der Temperatur nicht besteht.

Nächst den Temperaturverhältnissen können die Niederschlagsverhältnisse in den einzelnen Wüstengebieten einen maßgebenden Einfluß auf die Ausgestaltung des Formenschatzes haben. Leider sind bezüglich der Niederschläge die Angaben der Küstenstationen noch weniger für die Verhältnisse im Inneren maßgebend als bezüglich der Temperaturen.

Auf den Küstenstationen regnet es auch in denjenigen Breiten noch verhältnismäßig oft, fast jährlich ein- oder zweimal, in denen im Inneren Niederschläge nur in vielen Jahrzehnten einmal fallen, Man darf aber nicht glauben, daß es gerade in den Gegenden im Inneren besonders trocken ist, wo es an den Küstenstationen besonders oft regnet, daß sich also Küste und Inneres bezüglich ihres Regenfalles ergänzen. Die Küste bei Taltal ist recht feucht (vgl. Tabelle), und trotzdem fallen auch im Inneren alle Jahre ein oder zwei Regen (vgl. unten). Es kann aber auch ein Küstenplatz relativ trocken sein und die Niederschläge steigen nach dem Inneren zu an. Das gilt für das Verhältnis von Tacna zu Arica (vgl. die angegebenen Zahlen).

1) In seiner bereits zitierten Arbeit (vgl. oben S. 2, Anm. 4) erwähnt Wetzell (S. 351), daß er die Bodentemperatur bis 11° höher fand als die Lufttemperatur. Da in der Nacht die Bodentemperatur sicher nicht höher ist als die Lufttemperatur, so ist die tägliche Amplitude der Oberflächentemperatur mindestens 11° höher als die Amplitude der Lufttemperatur. Allerdings dürfte nach meinen Beobachtungen in der Hochwüste der Wind auch in den niederen Lagen den Unterschied zwischen der Temperatur besonnten Bodens und Luft wesentlich herabdrücken, während wiederum bei Windstille vielleicht merklich höhere Differenzen entstehen, als sie Wetzell gemessen hat.

Auch die Küstenorte für sich zeigen unter sich keine erkennbare Gesetzmäßigkeit, weder was ihre gegenseitige Verschiedenheit noch was den Gang der Niederschläge über die einzelnen Jahre hinweg anbetrifft.

Jährliche Regenmengen an der Küste in mm¹⁾.

Jahr	Arica	Iquique	Antofagasta	Taltal	Caldera
1902	?	—	?	?	0,4
1903	—	15,0	—	?	5,4
1904	—	0,6	7,5	?	22,5
1905	—	—	5,0	?	44,8
1906	—	5,0	4,9	?	12,7
1907	—	2,6	9,0	?	6,2
1908	—	—	2,2	?	22,4
1909	—	—	—	?	25,0
1910	—	—	3,5	?	3,3
1911	?	?	10,0	?	16,1
1912	0,0	0,0	6,4	?	13,1
1913	—	2,8	—	13,3	0,9
1914	0,0	0,0	?	13,8	43,6
1915	0,0	0,0	?	0,0	2,7
1916	—	0,0	?	12,1	0,0
1917	?	1,1	?	3,2	1,3
1918	10,0	0,0	?	?	16,1
1919	?	—	—	16,3	10,6
1920	—	3,0	6,2	28,8	11,7
1921	—	2,8	0,5	4,9	10,6

Jährliche Regenmengen im Inneren in mm.

Jahr	Tacna	Chuqui- camata	Calama	Cachinal	Refresco	Potre- rillos	Copiapó
1902	?	?	?	?	?	?	59,0
1903	?	?	?	?	?	?	39,5
1904	?	?	?	?	?	?	49,8
1905	?	?	?	?	?	?	51,2
1906	?	?	?	?	?	?	5,9
1907	?	?	?	?	?	?	5,2
1908	?	?	?	?	?	?	2,0

1) ? = nicht beobachtet; 0,0 = Niederschlag, aber nicht meßbar; — = kein Niederschlag.

164 Zusammenfassung. Die klimatischen Verhältnisse der chilenischen Wüste.

Jahr	Tacna	Chuqui- camata	Calama	Cachinal	Refresco	Potre- rillos	Copiapó
1909	?	?	?	?	?	?	22,3
1910	?	?	?	?	?	?	0,0
1911	?	?	?	?	?	?	13,4
1912	?	?	?	?	?	?	9,2
1913	?	?	0,0	?	?	?	0,0
1914	36,2	?	0,0	2,9	0,0	?	26,9
1915	?	18,6	?	?	—	?	8,2
1916	?	?	?	?	7,3	?	3,2
1917	?	?	?	?	—	?	?
1918	?	?	?	?	16,0	?	?
1919	34,6 ¹⁾	?	?	?	19,0	?	?
1920	26,9	?	?	?	30,2	?	?
1921	16,4	?	?	?	—	60,0	?

Aus allen diesen Gründen erscheint es unnötig, die Niederschlagszahlen der einzelnen Küstenstationen hier ausführlich wiederzugeben. Die wenigen angeführten Zahlen (vgl. Tabelle) zeigen deutlich, daß auch die Hafenorte als arid zu bezeichnen sind, sowohl was die absolute Höhe der Niederschläge anbetrifft als auch hinsichtlich der Episodizität der Niederschläge. Fallen doch selbst in den Hafenorten nicht einmal Niederschläge in jedem Jahr!

Aus diesen Zahlen, besonders wenn man sie mit aus anderen Wüsten bekannten Zahlen²⁾ vergleicht, ist die enorme Aridität der chilenischen Wüstengebiete erkennbar. Darf man doch immer nicht vergessen, daß die Hafenorte ganz allgemein als die weitaus feuchtesten gegenüber den Gebieten des Inneren gelten und zwar nicht nur wegen der an der Küste auftretenden, als Niederschlag nicht meßbaren Nebel (vgl. unten), sondern auch wegen der weitaus größeren Häufigkeit der Niederschläge. Die Küste bei Taltal und, lokal ganz beschränkt, auch bei Iquique und möglicherweise an anderen Stellen der Küste, ist übrigens das einzige Gebiet, wo die von Kaiser so anschaulich geschilderte blühende Wüste auftritt, in der Regel alle 3—5 Jahre. Bei Taltal habe ich die vergängliche

1) Ohne Januar.

2) Neuerdings E. Kaiser, Die Diamantenwüste, Bd. II, S. 172 ff. Erwähnt sei, daß H. Wiszwianski (vgl. u. S. 185, Anm. 1) nach dem im Jahre 1906 bekannten Materiale Copiapó als den Ort bezeichnet, der „von allen Orten der Erde die kleinste Niederschlagsmenge hat“ (a. a. O. S. 48), während von uns Copiapó als der Ort bezeichnet werden muß, der im chilenischen Wüstengebiet die weitaus meisten Niederschläge erhält (vgl. auch die Ausführungen über die Atacama o. S. 148 ff.).

Pracht selbst gesehen. Bei Iquique „soll“ sie an manchen, nur dem Kenner bekannten Stellen ganz selten auftreten. Es gibt sogar viele Menschen, die sich bereits viele Jahre lang in Iquique aufhalten, die Stellen jedoch nicht kennen und die Erzählungen von gelegentlich blühenden Blumen dementsprechend für eine Sage halten. Ein Beweis, wie äußerst arid das Klima selbst an den Küstenplätzen noch ist. Im Inneren der Vergara-, der Toco- und der Iquique-Wüste fehlt die blühende Wüste völlig¹⁾. Sie kann dort auch nicht nach einem Regen auftreten, da der Boden infolge der überaus langandauernden Trockenperioden zu stark mit Salzen angereichert ist. Das geht so weit, daß man in der Kernwüste selbst dort, wo in den Salpeteroficinen Wasser jetzt zur Verfügung steht, nicht in den Wüstenboden pflanzen kann, sondern für teures Geld Boden mit dem Schiff aus Südchile kubikmeterweise²⁾ heranschaffen muß, um in diesen Boden säen zu können. Wo diese Methode, zu benutzbarem Boden zu kommen, doch zu teuer ist, muß man den Boden in langwierigem Verfahren entsalzen und vorbereiten, so pflanzenfeindlich ist er infolge der Trockenheit. — Einen Anhalt für die Niederschläge in der Kernwüste geben die Zahlen für Calama und Chuquicamata. Diese sind jedoch auch nur ein Anhalt, da Calama ziemlich hoch liegt und somit die Niederschläge gegenüber beispielsweise der Puelma-Wüste bereits etwas gesteigert sind. Für die südliche Mittelwüste können wir Refresco als Repräsentanten betrachten, für die nördliche Mittelwüste Tacna. Die Zahlen für Tacna geben jedoch nur die Verhältnisse des unteren Wüstenstreifens (o. S. 127 und ff.); für den oberen Streifen fehlen Daten.

Im übrigen sind wir darauf angewiesen, die Stationsbeobachtungen durch die mündliche Überlieferung zu ergänzen. Wie selten Regen z. B. in der Puelma-Wüste sind, wurde bereits oben S. 37 erwähnt. In der Brea-Wüste mögen Regen noch am häufigsten sein, wie aus dem Vorhandensein von Vegetation vermutbar ist. Überdies wurde mir in der Mine Guanaco erzählt, daß die Kordillere Domeyko im Winter mehrere Male ein Schneekleid trüge, das allerdings innerhalb höchstens eines Tages zu verschwinden pflege. Ich selbst habe derartiges auch einmal gesehen. Es ist anzunehmen, daß bei Schnee auf den Gipfeln auch etwas weiter abwärts Nieder-

1) Daß in der Brea-Wüste eine geringe Vegetation auftritt, wurde bereits erwähnt. Auch in den Schluchten bei Tocopilla (küstennahe Wüste) findet man ganz vereinzelte Büsche arider Vegetation.

2) Mir wurden Preise von 30—40 Mk. je Kubikmeter bis zum Hafen als die üblichen genannt. Doch will ich mich für diese Zahlen nicht verbürgen.

schläge gefallen sind. Am westlichen Rande der Brea-Wüste, in der Umgebung der Mine Guanaco selbst, soll es jährlich ein- bis zweimal regnen. Für die Vergara-, die Toco- und die Iquique-Wüste habe ich keine bestimmten Berichte erhalten können. Soweit mir gesagt wurde, „kommen Regen überhaupt nicht vor“. Das ist natürlich übertrieben, gibt aber doch einen Anhalt, daß auch diese Wüsten exzessiv trocken sind. Die Zuverlässigkeit dieser Angaben glaube ich auch daraus vermuten zu dürfen, daß mir in der Taltal-Wüste, wo die Stationsbeobachtungen geringe Niederschläge anzeigen, aus freien Stücken erzählt wurde, daß der vielleicht alle Jahre ein- oder zweimal auftretende Regen immerhin gelegentlich etwas lästig wird, weil der gereinigte und dann im Freien liegende Salpeter mitunter Schaden erlitte. In den anderen soeben genannten Wüsten habe ich eine derartige Klage nicht gehört, glaube also, daß die Angaben dort ebenso mit der Wirklichkeit übereinstimmen wie in der Taltal-Wüste.

Eine Bestätigung nicht zwar betreffs der Verteilung, aber betreffs der Seltenheit der Niederschläge ganz allgemein bieten die Kunstbauten der Eisenbahn. Sie nehmen auf die Möglichkeit fließenden Wassers gar keine Rücksicht. Alle Trockentäler, schmale und tiefeingesenkte oder breite, werden nicht überbrückt, sondern einfach durch Wälle zugeschüttet. Nur in der Gegend von Copiapó hatten diese Wälle kleine Wasserdurchlässe, sonst nirgends. Diese Tatsache ist natürlich kein Beweis für absolutes Fehlen von Wasser. Denn in der Tacna-Wüste kommen Regengüsse vor, und doch fehlen die Brücken. Aber offenbar sind sie auch dort so selten, daß es billiger ist, Dämme zu bauen und sie im Laufe von Jahrzehnten vielleicht einmal zerstören zu lassen, als teure Brücken zu konstruieren. Auf jeden Fall zeigt das Fehlen von Brücken, daß Avenidas in den betreffenden Gebieten recht selten sind.

Bezüglich der Verteilung haben wir aus der Überlieferung ziemlich einwandfrei das Bild, daß im Zentrum des chilenischen Wüstengebietes, in der Puelma- und der Vergara-Wüste, die Niederschläge am seltensten sind, nach den Rändern zu jedoch ganz wenig zunehmen. Die dieser Arbeit beigegebene Regenkarte von Nordchile¹⁾ läßt, obwohl sie für fast das ganze Wüstengebiet die-

1) Diese Karte ist ein Ausschnitt einer von dem Leiter des chilenischen statistischen Amtes Herrn Edwards zusammen mit Herrn Dr. W. Knoche (vgl. oben S. 156, Anm. 1) verfaßten, gedruckt vorliegenden, aber noch nicht erschienenen Karte, die einem von Herrn Edwards verfaßten Kartenwerke über Chile angehört.

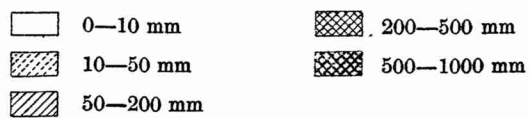
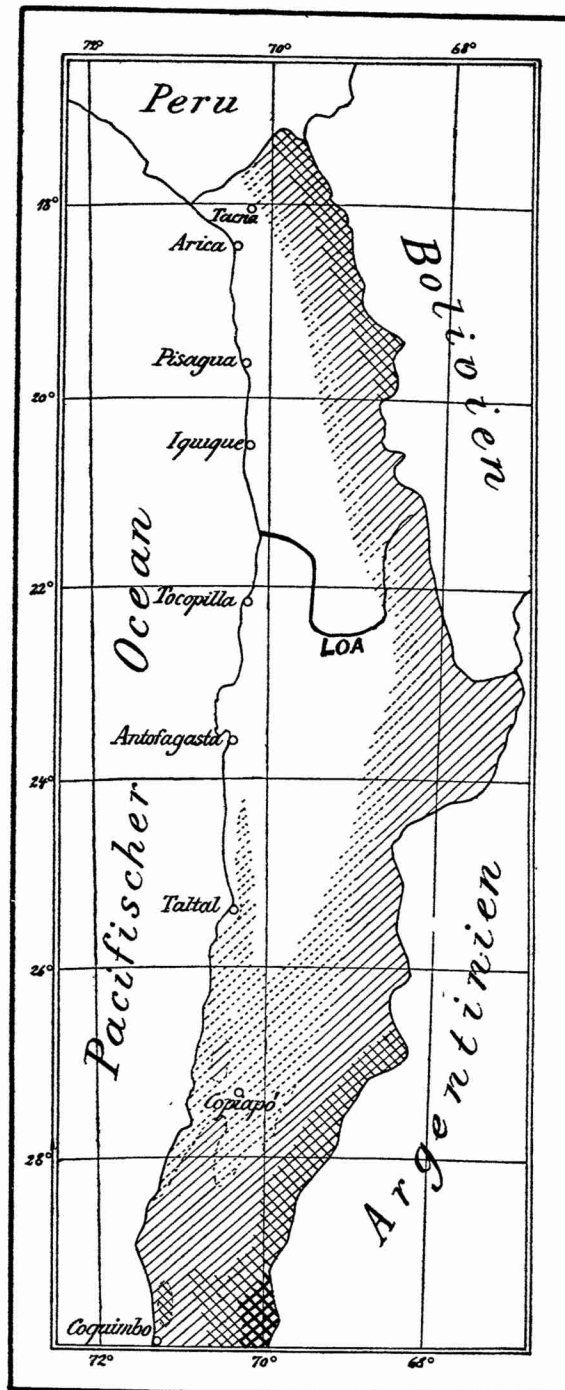


Fig. 43. Jährliche Regenmengen in Nordchile nach Edwards und Knoche.
Maßstab 1 : 9 Millionen.

selbe gleich geringe Regenmenge aufweist, aus dem Verlauf der begrenzenden Isohyeten dasselbe vermuten. Die Verbreitung der Vegetation in Nordchile, wie sie aus einer von Edwards verfaßten, dieser Arbeit jedoch nicht beigegebenen Vegetationskarte erkennbar ist¹⁾, stützt diese Vermutung.

Eine gewisse Übereinstimmung zwischen der Verteilung der Niederschläge und der mehr oder minder extremen Ausbildung der wassergeschaffenen Formen besteht zweifellos. Anscheinend nehmen die wassergeschaffenen Formen mit zunehmendem Niederschlag ab. Das wäre dann so zu erklären, daß bei etwas öfteren Niederschlägen die Verbackung des Sandes nicht so stark ist; er kann ins Fliegen kommen und die Staubhaut zerstören. Oder aber die etwas größere Regenmenge verhindert unmittelbar die Entstehung einer Staubhaut. Die Übereinstimmung ist jedoch nicht vollkommen. Sie wäre es, wenn nicht die Brea-Wüste völlig aus dem Rahmen fallen würde. Die Brea-Wüste ist sicher nicht regenloser als die Taltal-Wüste, wahrscheinlich sogar regenreicher, und trotzdem weist sie einen extremen Formenschatz auf, während die Taltal-Wüste bereits zu den Mittelwüsten gerechnet werden muß. Wir müssen demnach einen anderen Faktor suchen, der noch unmittelbarer mit dem Formenschatz in ursächlichem Zusammenhang steht als die Niederschläge.

Es wäre an den Wind zu denken, besonders wenn man etwa nicht glaubt, daß die Staubhaut tatsächlich gegen starken Wind schützt. Die die Windverhältnisse wiedergebenden Daten sind besonders lückenhaft. Die Küstenstationen sind für das Innere unmaßgeblich, und für das Innere selbst sind nur wenige Zahlen bekannt. Sie gestatten kein deutliches Erkennen regionaler Unterschiede der Windgeschwindigkeiten, sondern geben nur ein Bild von den normalen Windverhältnissen in einigen Gebieten (vgl. die Tabellen).

Die Zahlen lassen erkennen, daß mittlere Windgeschwindigkeiten im chilenischen Wüstengebiet keineswegs völlig fehlen. Wenn trotz dieser täglich auftretenden Windgeschwindigkeiten in der Kernwüste der Staub nicht fliegt, so zeigt das einen deutlichen Unterschied der chilenischen Kernwüste gegenüber anderen Wüsten, z. B. der Namib (vgl. o. S. 57, Anm. 2), einen Unterschied, der nicht

Auch die weiterhin erwähnte Karte der Vegetation gehört demselben Kartenwerk an. Für die liebenswürdige Überlassung des noch nicht in der Öffentlichkeit vorliegenden Werkes und die Erlaubnis, Karten daraus abdrucken zu dürfen, bin ich Herrn Edwards zu großem Danke verpflichtet.

1) Vgl. die vorstehende Anmerkung.

Monatsmittel der Windgeschwindigkeit (Beaufortskala).

Tacna 1920 (Mittelwüste)				Refresco 1920 (Mittelwüste)		
Monat	7 a	2 p	9 p	7 a	2 p	9 p
Januar	1,5	6,5	2,1	0,1	1,8	0,1
Februar	1,5	6,8	1,1	0,1	2,5	0,1
März	1,7	5,4	1,7	0,5	2,4	0,3
April	2,3	4,3	3,2	0,7	2,3	0,6
Mai	3,2	4,1	3,5	1,2	2,2	0,8
Juni	2,5	4,0	2,7	1,2	2,1	1,5
Juli	2,2	3,7	2,5	1,3	1,9	1,0
August	1,5	3,4	2,2	0,7	2,3	0,9
September	1,5	3,9	2,3	0,8	2,2	0,3
Oktober	1,5	3,6	3,0	0,6	2,0	0,4
November	1,7	3,5	3,0	0,3	2,0	0,3
Dezember	1,4	3,5	2,1	0,2	2,0	0,1
Durchschnitt	1,9	4,4	2,4	0,6	2,1	0,5

Antofagasta 1920 (Küstenwüste)				Calama 1913 (Kernwüste)		
Monat	7 a	2 p	9 p	7 a	2 p	9 p
Januar	0,6	2,6	0,5	1,1	4,8	1,3
Februar	0,6	2,3	0,7	1,2	5,5	1,9
März	0,6	2,2	0,6	1,3	5,2	1,2
April	0,5	1,9	0,8	1,4	5,5	1,2
Mai	0,7	1,7	0,7	2,1	4,8	1,4
Juni	2,3	2,3	0,6	1,9	4,1	1,4
Juli	0,6	1,9	0,6	2,3	4,2	1,4
August	1,0	2,0	0,8	2,2	3,3	1,4
September	1,1	2,2	1,3	2,0	4,3	1,7
Oktober	0,8	2,3	1,0	1,3	4,3	2,0
November	0,8	2,5	0,9	1,2	4,7	1,5
Dezember	0,7	2,3	0,8	1,2	5,0	1,6
Durchschnitt	0,8	2,2	0,8	1,6	4,6	1,5

etwa auf nicht ausreichende Beobachtungszeit im chilenischen Wüstengebiet zurückzuführen ist.

Die enorme Gleichförmigkeit der Windverhältnisse wird am besten durch folgende Angaben erhärtet: In Tacna wehte im Jahre 1920 der Wind bei 1020 Messungen (78 Windstillen nicht

170 Zusammenfassung. Die klimatischen Verhältnisse der chilenischen Wüste.

mitgerechnet) 739 mal (gleich 72,4 %) aus dem Quadranten zwischen SW und S. In Refresco sind die Verhältnisse ähnlich gleichförmig; von 634 Windmessungen (464 Windstillen) zeigen 450 (70,8 %) Wind aus S bis SW, 181 Messungen (28,5 %) Wind aus N bis NE an. In Antofagasta wiegen S-SE-Winde vor gegenüber einer geringeren Zahl von Winden aus N bis W, während alle anderen Winde dort völlig zurücktreten. Wie gleichmäßig der Wind in der Taltalwüste täglich wechselt, hebt Darapsky hervor, der berichtet, daß der Schichtwechsel in einigen Oficinen nach dem Kentern des Windes vorgenommen werde. Für Calama habe ich nach den Angaben des Jahrbuches folgende Tabelle aufgestellt:

Anzahl der Tage mit gleicher Windrichtung in Calama im Jahre 1913.

	7 a	2 p	9 p
Januar	31 E	30 W, 1 NW	27 W, 4 E
Februar	28 E	28 W	26 W, 1 NW, 1 E
März	31 E	31 W	31 W
April	30 E	30 W	30 W
Mai	31 E	31 W	31 W
Juni	30 E	29 W, 1 NW	30 W
Juli	30 E, 1 SE	31 W	31 W
August ¹⁾	30 E	30 W	30 W
September	30 E	30 W	30 W
Oktober	31 E	31 W	31 W
November	30 E	29 W, 1 NW	29 W, 1 NW
Dezember	31 E	31 W	31 W
Jahressumme	363 E, 1 SE	361 W, 3 NW	357 W, 2 NW, 5 E

Stumpfsinnigere Wind- und damit parallel gehend Wetterverhältnisse sind in der Tat kaum denkbar, und so ist die oben (S. 18 Anm. 1) gemachte Behauptung, daß jeder Ausnahmezustand größtes Aufsehen erregt, nicht verwunderlich.

Über die Häufigkeit von Stürmen (Windstärke > 8 der Beaufortskala) liegen verhältnismäßig geschlossene Angaben vor (Tabelle auf der folgenden Seite)²⁾.

Über die Windhosen vgl. die Angaben oben S. 56 f.

1) Für den 20. liegen keine Messungen vor, so daß auch bei der Jahressumme das Jahr nur mit 364 Tagen zu rechnen ist.

2) Das Jahrbuch für 1914 liegt mir leider nicht vor.

Zahl der gemessenen Stürme (> 8 der Beaufortskala)¹⁾.

	1912	1913	1915	1916	1917
Arica	— ²⁾	—	—	—	— ⁵⁾
Iquique	—	4 (3 I, 1 IX)	—	—	—
Antofagasta	4 (3 VI, 1 VII)	1 (IX)	?	?	?
Taltal	?	—	—	—	—
Caldera	—	— ³⁾	—	—	—
Tacna	?	?	?	?	?
Chuquicamata	?	?	6 (5 VI, 1 IX) ⁴⁾	?	?
Calama	?	5 (2 II, 1 VI, 2 IX)	?	?	?
Refresco	?	?	—	—	1 (VII)
Potrerillos	?	?	?	?	?
Copiapó	—	—	—	—	?

	1918	1919	1920	1921
Arica	?	?	—	—
Iquique	— ⁶⁾	—	—	—
Antofagasta	?	—	—	—
Taltal	?	—	—	—
Caldera	—	— ⁷⁾	—	—
Tacna	?	1 (II)	7 (2 I, 4 II, 1 VIII)	3 (2 I, 1 II)
Refresco	—	—	—	—
Potrerillos	?	1 (? ⁸⁾ (VIII)	11 (1 III, 2 VI, 1 VII, 3 IX, 3 X, 1 XII)	—

Wenn auch das Material über die Windverhältnisse lückenhaft ist, so daß wir also einen Zusammenhang zwischen Windgeschwindigkeiten und Formenschatz nach den Zahlen nicht etwa leugnen dürfen, so können wir doch noch weniger einen Zusammenhang

1) Es sind nur die Stürme registriert, die zur Zeit der Terminbeobachtungen herrschten.

2) Fehlen Messungen im April.

3) Fehlen Messungen im April.

4) Fehlen Messungen im Januar und Mai.

5) Fehlen Messungen Januar bis März.

6) Fehlen Messungen im Juni und Juli.

7) Fehlen Angaben für Januar und Februar.

8) Fehlen Angaben für Januar bis März.

feststellen. Die Beobachtung im Felde über das Verhalten des lockeren Materiales gegenüber mehr oder minder starkem Wind läßt es mir als sicher erscheinen, daß Verschiedenheiten der Windgeschwindigkeiten nicht für die regionalen Verschiedenheiten des Formenschatzes verantwortlich gemacht werden dürfen.

Weiterhin könnten die Luftfeuchtigkeit (absolute und relative) und damit im Zusammenhange das Auftreten von Tau und Nebeln für die Ausbildung des Formenschatzes unmittelbar Bedeutung haben. Es ist das wahrscheinlich, da der Wüstenstaub seiner Zusammensetzung nach gegenüber höheren Feuchtigkeitsgraden der Luft recht hygroskopisch sein dürfte und die formenbestimmenden Verwitterungsvorgänge naturgemäß stark von der Bodenfeuchtigkeit abhängig sind.

Leider sind die mir für die Luftfeuchtigkeit zur Verfügung stehenden Daten noch weniger ausreichend als die für den Wind. Bei der großen Gleichförmigkeit der Verhältnisse genügt es jedoch, wenn ich ein Jahr herausgreife, um die Verhältnisse zu belegen, zumal die Angaben für alle Jahre bei weitem nicht lückenlos sind.

Absolute Feuchtigkeit im Jahre 1920 (in mm Dampfdruck)

	7 a	2 p	9 p
Arica	12,8	15,7	14,6
Iquique	12,0	12,9	12,5
Antofagasta	9,8	10,8	10,3
Taltal	10,6	10,6	10,4
Caldera	11,2	12,8	11,4
Tacna	10,5	11,1	10,5
Refresco	6,7	11,5	6,5
Potreriillos	2,7	3,2	3,1

Relative Feuchtigkeit im Jahre 1920 (in %)

	7 a	2 p	9 p
Arica	80	81	81
Iquique	83	73	83
Antofagasta	77	59	75
Taltal	68	60	74
Caldera	87	82	83
Tacna	81	54	81
Refresco	62	55	67
Potreriillos	31	28	37

Einzelangaben für die einzelnen Monate und Tage, insbesondere auch Maximalwerte, wären vielleicht recht interessant, doch lohnt das nicht die Mühe, weil genaue Angaben in dieser Hinsicht nur für die (Küsten-)Stationen bekannt sind, die uns ohnehin nicht allzu viel sagen für unsere Zwecke¹⁾.

Wenn man überhaupt in regionaler Hinsicht etwas erkennen will, so ist es das, daß die relative Feuchtigkeit in der Küstengegend sehr hoch ist, daß sie aber auch in der Taltalwüste (Refresco) und besonders in der Tacna-Wüste noch recht hoch ist, während in der Brea-Wüste (Potrerillos) die Luftfeuchtigkeit absolut und, trotz der niederen Temperatur, auch relativ merklich geringer ist. Für die anderen Kernwüsten fehlen mir exakte Daten, doch dürfte nach den Aufzeichnungen einer Salitrera die relative Luftfeuchtigkeit in der Toco-Wüste sich um 20—30% bewegen, wenn nicht gerade Nebel auftreten (vgl. unten)²⁾. Wenn nun auch die wenigen Zahlen über die Luftfeuchtigkeit keine genauen Schlüsse über den Zusammenhang zwischen Formenschatz und Luftfeuchtigkeit gestatten, so dürfen wir doch einen solchen Zusammenhang nach den Zahlen auch nicht leugnen. Wir werden weiterhin sehen, daß der Zusammenhang sehr viel enger ist, als es auf den ersten Anblick scheint. Zuerst wollen wir jedoch noch die Nebel- und Taubildung kurz betrachten.

Über das Auftreten von Tau ist mir wenig bekannt. In einigen Salpeter-Officinen, in denen sich an allen nur möglichen Stellen der feine, bei der Caliche-Verarbeitung entstehende Staub findet, kommt Tau vor; der Gehalt des Staubes an hygroskopischem Salpeter läßt es zur Taubildung kommen, lange bevor das normalerweise der Fall sein würde. Die in dem gewöhnlichen Wüstenstaube befindlichen Salze (insbesondere Natriumsulfat) sind zwar auch hygroskopisch, aber offenbar nicht so stark. Eine geringe Feuchtigkeit des Bodens mag am frühen Morgen stellenweise

1) Ich möchte besonders betonen, daß die Wiedergabe der Durchschnittszahlen z. T. nur erfolgt ist, um wenigstens von den bekannten Gebieten ein ausreichendes Bild zu geben, und gleichzeitig zu zeigen, was bekannt ist. Ein Bild von dem Klima der Wüste entsteht aus der Tabelle nicht. Insbesondere sei noch erwähnt, daß die relative Feuchtigkeit bei Windstille enorm sinken kann. Darapsky erwähnt für die Oficina Sudamericana (Taltalwüste) eine Beobachtung von nur 7% relativer Feuchtigkeit, ein Wert, der bei Einsetzen des Windes sofort auf 30—40% stieg (Darapsky a. a. O. S. 107).

2) Wetzell gibt in seinem Aufsatz (vgl. oben S. 2, Anm. 4) die Abbildungen zweier Hygrometerstreifen, von denen einer offenbar aus der betreffenden Oficina stammt. Kontrolliert durch Terminbeobachtungen sind diese Streifen leider nicht, so daß sie kein absolutes Vergleichsmaterial darstellen.

auftreten; so starke Taubildung, wie sie Kaiser aus der Namib beschreibt¹⁾, habe ich in der freien Wüste nicht gesehen, obwohl die Jahreszeit dafür günstig war. Die Stationsbeobachtungen auch der Küste geben keinen Tau an (mit Ausnahme weniger Tage in Copiapó); doch ist nicht zu erkennen, ob auf den einzelnen Stationen wirklich Beobachtungen in dieser Hinsicht gemacht worden sind. Für die küstennahe Gebirgswüste ist ein nicht geringer Taufall m. E. wahrscheinlich. Erst wesentlich weiter südlich unseres Wüstengebietes (Coquimbo) wird ein überaus großer Taufall in den meteorologischen Veröffentlichungen angegeben. Wenn man will, kann man daraus vermuten, daß das südlichste chilenische Wüstengebiet, die Atacama, den meisten Tau erhält, also neben der küstennahen Wüste am Tau gemessen der Namib am nächsten von allen chilenischen Wüstengebieten stehen würde. — Persönliche Mitteilungen über den Taufall habe ich nicht erlangen können.

Etwas besser als mit dem Tau sind wir mit den Angaben über den Nebel daran. Auch hier gilt das für das Klima allgemein Gesagte, daß die Verhältnisse des schmalen Küstenstreifens in keiner Weise maßgebend sind für die Beurteilung des Inneren. Die wenigen Zahlen über die Nebelbildung, die uns zur Verfügung stehen, geben kein Bild, zumal ich auch hier nicht weiß, ob das Fehlen von Nebelangaben in den Tabellen als eine positive Behauptung des Fehlens von Nebeln gewertet werden darf. Ich selbst habe verschiedene Male Nebel erlebt, kann jedoch aus diesen Gelegenheitsbeobachtungen kein Urteil über Häufigkeit und Verteilung der Nebel in den chilenischen Wüstengebieten machen. Dafür ist die mündliche Überlieferung betreffs der Nebel ganz besonders gut verwertbar, da es sich ja nicht um die Feststellung eines einmaligen Auftretens handelt — ein solches dürfte kaum morphologische Wirksamkeit haben — sondern um eine häufige Erscheinung, die keinem, der sich überhaupt ins Freie begibt oder einmal durch das Fenster sieht, entgehen kann. In der Toco-Wüste braucht man nicht einmal durch das Fenster zu sehen; dort merkt man den Nebel an der kühlen Temperatur in den Zimmern.

Aus den Berichten über das Auftreten von Nebeln in den verschiedenen Wüstengebieten ergibt sich nun folgendes Gesamtbild: Bodenständige Nebel scheinen in den inneren chilenischen Wüstengebieten so gut wie garnicht vorzukommen. Wo Nebel auftreten, handelt es sich in der Regel um zweifelsfreie Küstennebel, die je nach den orographischen Verhältnissen mehr oder

1) Geologische Charakterbilder, a. a. O. Neuerdings auch in „Diamantenwüste“, Bd. II, S. 171 ff.

minder weit in das Innere eindringen können. Nur an wenigen Stellen kann man zweifelhaft sein, ob es sich um bodenständige oder um Küstennebel handelt (vgl. unten). In der Wüste hält man alle Nebel ohne weiteres für Küstennebel und trifft damit wohl meist das Richtige. So viel ist sicher, daß auch die möglicherweise bodenständigen Nebel sich nur innerhalb eines gewissen Abstandes von der Küste finden.

Diese Küstennebel oder „Camanchaquis“, wie man sie in Nordchile allgemein nennt, treten an der Küste im Winter überaus häufig auf und dürften die wüstenhaften Vorgänge dort im stärksten Maße beeinflussen. In der Puelma-Wüste sollen sie nach den mir gemachten Angaben so gut wie völlig fehlen, ebenso in der Calama-Wüste. Es spricht nicht dagegen, daß ich selbst bei Calama einen derartigen, ganz überraschend schnell von Westen kommenden „Camanchaquis“ erlebt habe. In der Vergara- und der Toco-Wüste treten im Winter die Camanchaquis sehr häufig auf; man kann in dieser Jahreszeit auf jede Woche ungefähr 3 Camanchaquis rechnen. Wie das Wasser eines Sees lagern sie dort in der beckenartigen Großen Längsebene. Da diese Nebel stets noch kurze Zeit (ca. 1 bis 2 Stunden) Bestand haben, nachdem die Verbindung mit dem Küstennebel schon abgerissen ist, so ist es an sich nicht ausgeschlossen, daß es sich nicht nur um einen eingedrungenen Küstennebel, sondern auch um einen durch Zusammenfließen der kalten Luft in der Großen Längsebene unmittelbar entstandenen Nebel handelt. Allerdings müßte man dann auch in entsprechenden höher gelegenen Gebieten, wo eine Verbindung mit dem Küstennebel zweifellos nicht besteht, derartige Nebel erwarten. Das ist anscheinend nicht der Fall. So ist es denn wahrscheinlich, daß die Annahme, daß es sich um einen Küstennebel handelt, zu Recht besteht. Über die Iquique-Wüste habe ich nichts in Erfahrung gebracht. In der Tacna-Wüste sind im unteren Teile Nebel stark nässenden Charakters recht häufig. Ich halte es nicht für ausgeschlossen, daß die obere Grenze der Nebel sich mit der Grenze zwischen niederem und höherem Streifen der „Fläche“ deckt. In die Taltal-Wüste gelangen die Küstennebel nicht mehr oder nur höchst selten hinauf. Sie ist infolgedessen so gut wie nebelfrei. Das Gleiche dürfte für die Brea-Wüste gelten. Über Copiapó ist mir nichts bekannt. Nach den Stationsbeobachtungen scheinen Nebel dort nicht selten zu sein.

Ein enger Zusammenhang zwischen Auftreten der Nebel und Formenschatz besteht nach dem Gesagten nicht. Gewisse Unterschiede der Formen mögen durch die Häufigkeit von Nebeln an den betreffenden Stellen bedingt sein (vgl. das

soeben über die Tacna-Wüste Gesagte). Der Unterschied zwischen der Kern- und der Mittelwüste läßt sich aus der An- oder Abwesenheit von Nebeln nicht erklären. Wetzel berichtet allerdings (a. a. O. S. 352), daß in der Einschaltung, in der der Loa die Große Längsebene nach Westen verläßt, die Erhaltung von Fuß- und Wagenspuren nicht so gut sein sollte wie sonst in der Toco-Wüste, und er führt das auf die Nebel zurück. Das mag an dieser einen Stelle stimmen, obwohl man dieser Annahme folgend erwarten müßte, daß sich auch zwischen der immerhin nebelreichen Großen Längsebene bei Toco und der nebelfreien Puelma-Wüste ein Unterschied in der Erhaltung von Fuß- und Wagenspuren zeigen müßte, was nicht der Fall ist. Ich glaube eher, daß längs der Loa-Scharte die Bedingungen der küstennahen Wüsten etwas weiter in das Innere hinein vorgreifen, so daß das offenbare Fehlen der Staubhaut dort — ich kenne diese Stelle nicht selbst — dadurch zwanglos zu erklären ist. Wenn nun auch die Staubhaut vielleicht dort zurücktritt, wo die Nebel besonders häufig sind (z. B. in der küstennahen Wüste; in der Toco-Wüste selbst gilt das wie gesagt nicht), so zeigt die Taltal-Wüste, daß mit dem Fehlen von Nebeln noch nicht die Ausbildung eines kernwüstenhaften Formenschatzes verbunden ist. Mit der Verbreitung der Nebel können wir somit unmittelbar nichts anfangen.

ölkung Die Karte der Bewölkung in Chile, die W. Knoche jüngst an leider für uns Deutsche etwas versteckter Stelle veröffentlicht hat¹⁾, gibt uns, obwohl sie infolge der mangelhaften Beobachtungsunterlagen nur eine Skizze sein will, eine gute Ergänzung des über die Verteilung der Nebel Gesagten. Wir sehen eine fast völlige Wolkenlosigkeit östlich, nordöstlich und südöstlich von Antofagasta und allmähliche Zunahme der Bewölkung nach Norden auf die Tacna-Wüste zu. Von Antofagasta nach Süden ist das Innere sehr wenig bewölkt. Wenn nun auch dies Kartenbild dadurch etwas getrübt ist, daß auch die Zirruswolken als „Bewölkung“ in der Karte enthalten sind, die ihrer morphologischen Wirkung nach von den Nebeln völlig verschieden sein dürften²⁾, so zeigt uns die Karte zum Mindesten, daß auch zwischen der Bewölkung und dem Formenschatz keine unbedingte Parallelität besteht.

Fig 44

1) W. Knoche, La distribución de la nebulosidad en Chile. Revista Medica de Chile. Santiago de Chile 1925, S. 307 ff.

2) Die Veröffentlichung einer gerade für die Wüste interessanten Karte der Bewölkung Chiles, bei der die sehr dünne Cirrus-Bewölkung ausgeschaltet ist, durch W. Knoche steht bevor.

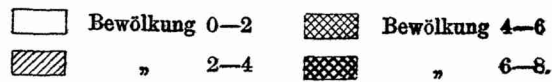
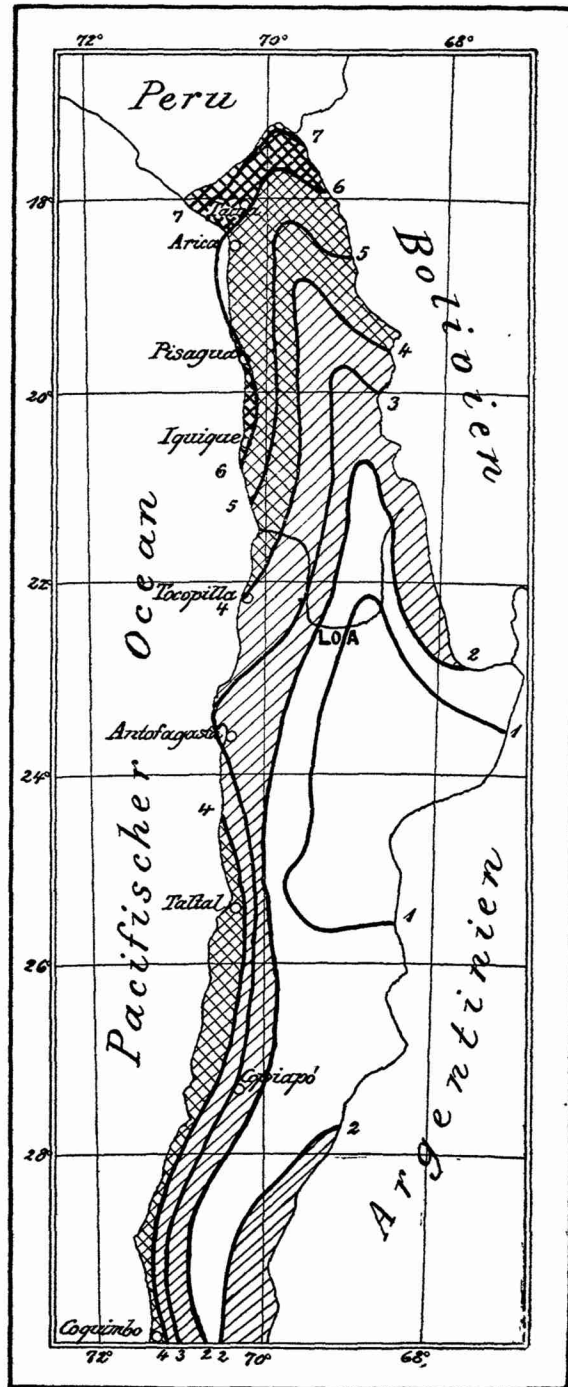


Fig. 44. Karte der Bewölkung in Chile nach Knoche. Maßstab 1:9000000. Die Zahlen an den Linien gleicher Bewölkung geben den Grad der Bewölkung in der üblichen Skala (0—10) an.

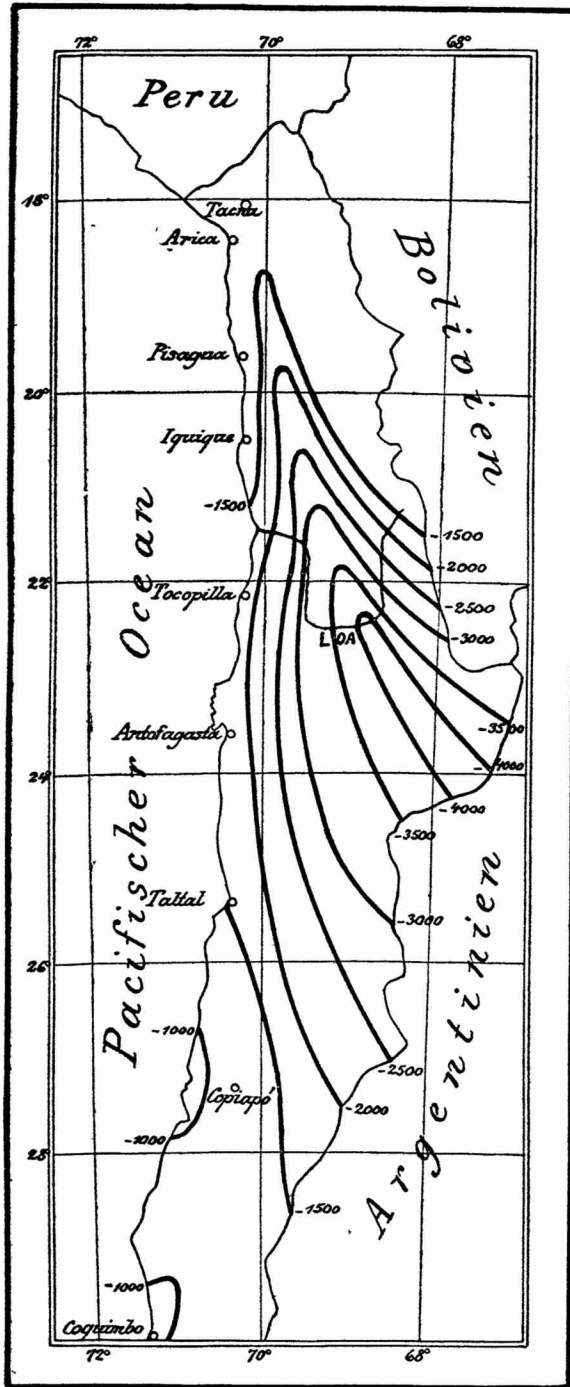


Fig. 45. Karte des Niederschlagsdefizits in Nordchile nach Knoche.
 Maßstab 1:9000000. Die Linien verbinden die Punkte gleichen Defizits; die bei
 den Linien stehenden Zahlen geben das Defizit in mm an.

Eine weitere sehr wichtige Unterlage für die Beurteilung des chilenischen Wüstenklimas besitzen wir in der ebenfalls von W. Knoche entworfenen Karte des Niederschlagsüberschusses bzw. -defizits in Chile¹⁾. Die Karte stützt sich nicht auf unmittelbar gemessene Verdunstungswerte, sondern auf Berechnungen, die unter Benutzung der Stationsbeobachtungen in Anlehnung an die Bigelowschen Formeln durchgeführt sind. Die angewendete Methode ist in einer anderen Arbeit Knoches²⁾ ausführlich dargelegt. Die Karte ist natürlich nur „skizzenhaft“ (a. a. O., S. 343), dürfte jedoch ein im Prinzip richtiges Bild geben. Da wir den Ariditätsgrad der verschiedenen ariden Gebiete darnach beurteilen und sogar die Grenze der Aridität darnach zu ziehen pflegen, wie weit Niederschlag und Verdunstung im Jahresmittel sich die Wage halten, so ist es gerade für unsere Ziele von besonderem Werte, eine solche Karte zu besitzen, die das verschieden große Defizit in den verschiedenen Teilen des chilenischen Wüstengebietes wenigstens der Größenordnung nach richtig angibt. Wir können hoffen, daß wir, nachdem alle anderen Versuche in dieser Richtung gescheitert sind, hier endlich die Klimafaktoren vor uns haben, die den Formenschatz der Wüste beeinflussen.

Diese Hoffnung ist nicht trügerisch. Die „Defizitkarte“, wie ich sie kurz nennen will, zeigt eine geradezu verblüffende Parallelität des Niederschlagsdefizits in den einzelnen Teilen der Wüste mit der verschiedenen Ausbildung des Formenschatzes. Wir erkennen deutlich³⁾, daß das Gebiet östlich Antofagasta, das das Zentrum der Kernwüste ist, gemessen am Niederschlagsdefizit tatsächlich das extremste Gebiet der gesamten chilenischen Wüste darstellt. Die Achse des Gebietes mit großem Niederschlagsdefizit verläuft von dem Zentrum nach Norden mit einer schwachen Komponente gegen Westen. Es deckt sich also in guter Weise mit dem Gebiete der Vergara- und der Toco-Wüste. Gerade innerhalb der Toco-Wüste findet das Vorwiegen blockiger, also mehr mittelwüstenhafter Hänge in der Küstenkordillere und das Vorwiegen der kernwüstenhaften Staubhaut in der Mittelkordillere (s. o. S. 152) eine vorzügliche Parallele in der geringeren Verdunstung in der Küstenkordillere.

1) W. Knoche, Verteilung des Niederschlagsüberschusses bzw. -defizits in Chile. Meteorologische Zeitschrift 1923, S. 343—345.

2) Estudio sobre la evaporacion en Chile. Revista Chilena de Historia y Geografía, Nr. 32. Santiago de Chile 1919.

3) Vgl. zum Folgenden die Karte des Charakters der Wüstengebiete (Fig. 41) mit Fig. 45.

Die Achse des Gebietes mit stärkster Verdunstung verläuft dort nicht auf der Küstenkordillere, sondern im Gebiet der Mittelkordillere! Nach Süden zu verläuft die Achse in südöstlicher Richtung, so daß die Taltal-Wüste außerhalb des extremsten Gebiets liegt, wie es ihrem Formenschatz entspricht. Ebenso besitzt das mittelwüstenhafte Gebiet von Iquique und besonders das am meisten vom kernwüstenhaften Typus abweichende Gebiet von Tacna ein merklich geringeres Niederschlagsdefizit als die Kernwüste in der Gegend der Puelma- und Calama-Wüste. Besonders sei hervorgehoben, wie ausgezeichnet das Gebiet der Brea-Wüste, das regenreicher ist als das von Taltal und doch kernwüstenhaften Charakter hat, sich mit dem Gebiet größten Niederschlagsdefizites deckt. Ganz Entsprechendes gilt übrigens auch für das bereits erwähnte Gebiet von Calama, das ja auch schon etwas Regen empfängt und doch ebenso kernwüstenhaft ist wie das Gebiet der Puelma-Wüste. Die küstennahen Wüstengebiete, deren Unterschiede von den anderen Wüstengebieten sich zum Teil bereits aus anderen Ursachen erklärt hatten (vgl. oben S. 175), fügen sich mit ihrem verhältnismäßig geringen Niederschlagsdefizit ebenfalls vollkommen in das Gesamtbild. Die Atacama-Wüste weist ungefähr dasselbe Niederschlagsdefizit auf wie die Tacna-Wüste, mit der sie von allen chilenischen Wüstengebieten die größte Ähnlichkeit bezüglich der formenschaffenden Vorgänge zu besitzen scheint.

Nur dort äußert sich das größere Niederschlagsdefizit nicht in der stärkeren Betonung der kernwüstenhaften Züge, wo die Meereshöhe so erheblich ist, daß unabhängig vom Niederschlagsdefizit die Vorgänge bereits hochwüstenhaften Charakter haben. Das gilt z. B. für das Gebiet östlich von Calama, das ein ähnliches Niederschlagsdefizit hat wie die Puelma-Wüste und doch keineswegs kernwüstenhaft aussieht, und ebenso für die Gipfelregion der Kordillere Domeyko, die ebenfalls hochwüstenhafte Züge aufweist.

Da das eine Glied des Niederschlagsdefizits $N-V$, nämlich der Niederschlag, die ausgezeichnete Parallelität mit dem Formenschatz nicht zeigt, im übrigen ohnehin gegenüber der großen Verdunstung in dem gesamten chilenischen Wüstengebiet verschwindend klein ist, dürfen wir vermuten, daß es das andere Glied ist, die absolute Verdunstungshöhe, die dafür verantwortlich zu machen ist. Diese Vermutung trifft zu. Gelegentlich einer Unterhaltung mit Herrn Dr. Knoche über den mehr oder minder extremen Charakter der chilenischen Wüsten und die Möglichkeit, dafür einen Ausdruck zu finden, stellte mir Herr Dr. Knoche eine von ihm entworfene handschriftliche Karte der Verdunstung in Chile

zur Verfügung, die nicht veröffentlicht ist. Diese Karte zeigt nun fast genau denselben Linienverlauf wie die Karte des Niederschlagsdefizits. Die Parallelität zwischen Formenschatz und Verdunstung ist demnach genau so groß wie die zwischen Formenschatz und Niederschlagsdefizit¹⁾.

Der Zusammenhang zwischen dem Niederschlagsdefizit oder aber der Verdunstungshöhe und dem wüstenhaften Formenschatz gilt natürlich nur für das Gebiet der Wüste. Wo die Niederschlagshöhe so groß ist, daß wir keine Wüste vor uns haben, und wo möglicherweise doch die Verdunstungshöhe so groß ist, daß das Defizit dieselbe Größenordnung besitzt wie in der chilenischen Wüste, dürfen wir deshalb nicht etwa einen wüstenhaften Formenschatz erwarten!

Wenn der Formenschatz mit der Verdunstung in ursächlichem Zusammenhange steht, so ist es nicht verwunderlich, daß wir einen Widerspruch zwischen Formenschatz und der Luftfeuchtigkeit nicht haben finden können (o. S. 173). Ob wir bei besserem zur Verfügung stehendem Material die Parallelität von Formenschatz und Feuchtigkeit beweisen könnten, ist allerdings fraglich, da für die Verdunstung Wind und Luftdruck ebenfalls eine erhebliche Rolle spielen.

Wir verstehen nun übrigens auch, wie es möglich ist, daß gewisse Beziehungen zwischen dem Auftreten von Vorzeitformen und der extremen Ausbildung des Formenschatzes bestehen können, ohne daß der Zusammenhang ursächlich sein muß. Es ist durchaus wahrscheinlich, daß die regionalen Unterschiede des Klimas auch zur Zeit eines etwas kühleren und somit feuchteren Klimas im Prinzip dieselben waren wie heute. Die extrem trockene Kernwüste mag auch in der kühleren Vorzeit extrem trocken gewesen sein (mit Ausnahme der Brea-Wüste), und nur die heute etwas feuchteren Mittelwüsten waren in der Vorzeit feucht genug, um die Ausbildung von Vorzeitformen zu gestatten. So mag die Verteilung der Vorzeitformen und die Ausbildung des heutigen Formenschatzes aus derselben Ursache erklärbar sein, ohne doch voneinander abgeleitet werden zu müssen.

Der Zusammenhang zwischen Verdunstungshöhe und extremer Ausbildung des Formenschatzes braucht durchaus nicht so geheimnisvoll zu sein, wie es auf den ersten Anblick erscheinen könnte. Wenn auch die Brücke zwischen der Staubentstehung und der Verdunstungshöhe noch nicht geschlagen ist,

1) Da die beiden Karten fast völlig übereinstimmen, habe ich von einer Wiedergabe der handschriftlichen Karte absehen können.

so ist es doch durchaus denkbar, daß die Staubhaut gerade dort am kräftigsten entsteht, wo die Verdunstung ganz besonders stark ist, wo also die gelegentlich — sei es durch Niederschläge oder infolge der Hygroskopizität des Bodens — in den Boden gelangende Feuchtigkeit besonders schnell aus den obersten Schichten wieder herausgezogen wird.

Jedoch scheint mir dieser Zusammenhang nicht sicher zu bestehen. Wir finden nämlich, wie bereits erwähnt, die Staubhaut lokal auch in den Mittelwüsten, insbesondere z. B. in der Taltal-Wüste. Wenn nun aber die Entstehung der Staubhaut in irgend einem Gebiete aus klimatischen Gründen nicht erfolgen kann, so müßte das eigentlich für die Gesamtheit des Gebietes gelten, wenn wir nicht zu unbewiesenen lokalen Verschiedenheiten der Verdunstung unsere Zuflucht nehmen wollen.

Der Weg von der Verdunstungshöhe zu der Entwicklung oder dem Fehlen extrem wüstenhafter Formen, insbesondere der Staubhaut, führt meiner Meinung nach wahrscheinlich über den Sand. Wir hatten oben erwähnt, daß der Sand an manchen Stellen der Kernwüste nicht fehlt, aber so verbacken ist, daß er nicht ins Fliegen gerät, während in den Mittelwüsten mehr oder minder lockerer Sand vorhanden ist. Die verschiedene Konsistenz des Sandes kann man sich m. E. ohne Schwierigkeit aus der verschiedenen starken Verdunstung erklären. Es ist durchaus möglich, daß bei der besonders großen und damit schnellen Verdunstung in der Kernwüste der feucht abgelagerte Sand in besonders starkem Maße durch die in ihm enthaltenen Salze geradezu zementiert wird, während in den Mittelwüsten diese Verbackung nicht so kräftig vor sich geht, sodaß dort der Sand lockerer ist.

Der lockere und vom Wind in Bewegung gesetzte Sand ist es nun, der, in die Staubgebiete hereingeweht, die eigentlich zu erwartende Staubhaut der Staubgebiete immer wieder zerstört. Damit kann auch der Staub ein Spiel des Windes werden. Auf jeden Fall müssen die extrem wüstenhaften, durch die Staubhaut bedingten Formen der Berg- und Hügelgebiete anderen, und zwar Verschüttungsformen, weichen. Mit dieser Erklärung haben wir gleichzeitig eine Erklärung für das Nebeneinander von extremen und weniger extremen Formen z. B. in der Taltal-Wüste. Die Verdunstungshöhe der Taltal-Wüste unterscheidet sich nicht allzu sehr von der der Kernwüste. Der freie Sand ist infolgedessen auch nur in geringer Menge vorhanden. Er reicht nicht aus, die Staubhaut an allen Stellen zu zerstören, sodaß wir Gebiete mit Staubhaut und solche mit lockerem Sande in sehr zufälliger Verteilung nebenein-

ander finden müssen. Entsprechend können wir das lokale Vorkommen der Staubhaut in andern Mittelwüsten-Gebieten dadurch erklären, daß die betreffende Stelle durch Zufall oder durch bestimmte orographische Verhältnisse vom treibenden Sande nicht erreicht worden ist.

Die Annahme, daß die Verdunstung zuerst die mehr oder minder starke Verbackung des Sandes und damit erst den Formenschatz der Berg- und Hügelgebiete bestimmt, hat deshalb besonders viel für sich, weil dadurch auch die Verschiedenheit des Aussehens der Pampas in den verschiedenen Wüstengebieten ohne weiteres erklärt wird. In den extremsten Gebieten ist auch die Pampa „erstarrt“; je weniger extrem die Gebiete sind, desto mehr lockerer Sand ist vorhanden, desto weniger ausgesprochen sind also die extremen Formen auch auf der Pampa. Die andere Annahme, daß das Klima unmittelbar die Ausbildung der Staubhaut verhindert, würde die Formen der Pampas immer noch nicht erklären, da man dem etwa fliegenden Staube wohl kaum eine so stark korrodierende Wirkung zuschreiben kann, daß er die starren Pampaformen vernichtet. Immerhin brauchen wir die unmittelbare Wirkung der klimatischen Verschiedenheiten ohne den Umweg über den Sand der Pampas nicht ganz zu leugnen. In dem unteren Streifen der Tacna-Wüste entsteht auch ohne Anwesenheit von Schwemmsand durch die offenbar klimatisch bedingte „Abgrusung“ (vgl. o. S. 130f.) dauernd lockerer Grus, der ebenso wirkt wie der Sand.

Wie die Verdunstungshöhe von dem extremsten Gebiet nach außen ganz allmählich abnimmt, so nehmen in Wirklichkeit natürlich wohl auch die verschiedenen extremen Formen allmählich ab. In der Tat haben wir innerhalb desselben Haupttypus graduelle Unterschiede zwischen den einzelnen Gebieten immer wieder gefunden. Die von mir vorgenommene Zuteilung der Wüstengebiete zu zwei bzw. drei Haupttypen erscheint damit naturgemäß als etwas willkürlich. Es ist durchaus möglich, daß bei anderer Wertung der einzelnen Momente die Einteilung entweder verfeinert oder aber bezüglich der gegenseitigen Abgrenzung verschoben werden kann. So könnte man, wenn man die Begriffe Kern-, Mittel- und Randwüste etwas anders auffaßt, die Taltalwüste vielleicht noch zur Kernwüste rechnen oder aber den Westen der Toco-Wüste zur Mittelwüste oder auch die Tacna-Wüste zur Randwüste. Das ist Ansichtssache. Die Tatsache, daß die Änderung der Formen der Höhe der Verdunstung oder einem anderen, vorläufig unbekanntem, der Höhe der Verdunstung jedoch gleichlaufenden Faktor

genau parallel geht, glaube ich für die chilenischen Wüsten erwiesen zu haben.

Eine gewisse Ergänzung der Darlegungen über die Abhängigkeit der Formen von dem verschiedenen Grade der Wüstenhaftigkeit bildet die Verteilung der Wasseraustritte oder Quellen und der das Meer erreichenden Flüsse. Wenn die Wasseraustritte auch zum Teil durch von der Hochkordillere kommendes Grundwasser bestimmt werden, also eigentlich ortsfremd sind, so läßt ihre Häufigkeit doch einen Schluß auf den Grad der Wüstenhaftigkeit, d. h. die Höhe der Verdunstung, zu.

In der Tacna-Wüste haben wir mehrere das Meer erreichende Flüsse und mindestens im Azapa-Tal kräftige Wasseraustritte. In der Iquique-Wüste haben wir bei Pica verschiedene Wasseraustritte, und ebenso ist dort der Grundwasserspiegel (Salar de Pintados) sehr hoch. In der Toco- und der Vergara-Wüste haben wir zwar den das Meer erreichenden, ganz singulären Loa mit seinem ausgedehnten hochandinen Einzugsgebiet, aber abgesehen von einigen ganz kümmerlichen Salzwasseraustritten in der Mittelkordillere keine Wasseraustritte. In der Puelma-Wüste fehlen Wasseraustritte völlig; in der Calama-Wüste hängen die Wasseraustritte in der Loa-Talung mit der Existenz des Loa zusammen. In der Taltal-Wüste wiederum haben wir eine recht beträchtliche Zahl von Wasseraustritten, ebenso in einigen Teilen der küstennahen Gebirgs-wüsten; in letzteren kann man allerdings wohl kaum das Klima unmittelbar verantwortlich machen. Die Parallelität der Häufigkeit der Wasseraustritte mit dem mehr oder minder extrem wüstenhaften Charakter ist recht weitgehend. Nur die kernwüstenhafte Brea-Wüste fügt sich nicht ganz in das Bild, da sie zu dicht an dem Wasserreservoir der Kordillere Domeyko liegt.

Schluß. Vergleich mit anderen Wüsten.

Es wäre natürlich vermessen, die im chilenischen Wüstengebiet gefundenen Ergebnisse auf andere Wüsten anzuwenden, zumal ich diese anderen Wüsten nur aus Beschreibungen kenne. Immerhin gibt es zu denken, daß wir so oft im Laufe der bisherigen Darlegungen Gelegenheit hatten, auf Parallelen mit anderen Wüsten hinzuweisen.

Es ist ja doch eigentlich sehr befremdlich, daß die verschiedensten Forscher, insgesamt ausgezeichnete Beobachter, zu den verschiedensten Ansichten über die vorwiegend wirksamen wüstenhaften Kräfte gekommen sind. Es ist das gewiß nicht so zu deuten, daß die betreffenden Beobachter alles übersehen hätten, was nicht in die von ihnen dargelegten Anschauungen hineinpaßt. In Chile können wir nun je nach den verschiedenen Wüstengebieten Parallelen mit den verschiedensten Wüsten der Erde und entsprechend mit den gegensätzlichsten bisher vorgetragenen Ansichten über die Gesetze der Wüstenbildung ziehen. In Chile haben wir die Verschiedenheiten der Formen und Vorgänge in den einzelnen Gebieten aus an sich geringfügigen klimatischen Unterschieden erklären können. Ich würde hoffen, durch Vergleich der chilenischen Verhältnisse mit den in anderen Wüsten der Erde vorliegenden vielleicht einen Weg andeuten zu können, wie man die scheinbaren Gegensätzlichkeiten der Auffassungen auf ihren wahren Grund zurückführen kann¹⁾.

In seinem Vortrag „Die Morphologie der Wüsten“ (Verh. des XVII. Deutschen Geographentages Lübeck 1909, Berlin 1910, S. 125 ff.) beschreibt A. Penck u. a. die Wüstengebiete im Westen Nordamerikas. Er schildert dieselben Großformen — Pampas, Berg-

1) Die Arbeit von Helene Wiszwianski „Die Faktoren der Wüstenbildung“ (Veröffentlichungen des Instituts für Meereskunde und des Geographischen Instituts an der Universität Berlin, Heft 9, Berlin 1906) ist leider dazu nicht als Hilfsmittel zu benutzen, da die Kenntnis der Wüste in jener Zeit noch zu gering war. Sehr schade ist es, daß die Arbeit von H. Wiszwianski anscheinend recht unbekannt geblieben ist. Wenn die Anregungen, die die Verfasserin allein durch die Tatsache ihrer Arbeit gegeben hat, auf fruchtbaren Boden gefallen wären, so wären wir heute vielleicht weiter in der Kenntnis der Wüsten.

und Hügellgebiete — wie wir sie in der nordchilenischen Wüste in ähnlicher Weise ausgebildet finden. Penck betont die Tätigkeit des fließenden Wassers und erwähnt auch sonst noch manches, was wir in den chilenischen Wüsten ähnlich finden. Dagegen weist er auf die sehr starke Tätigkeit des Windes hin, der die wassergeschaffenen Formen, insbesondere auf den Ebenheiten, sofort nach Aufhören der Wasserführung zu verwischen beginnt. Das sind allerdings Verhältnisse, wie wir sie in der chilenischen Kern-Wüste nicht finden. A. Penck spricht nun an einer Stelle (a. a. O. S. 129) von einem „von den Büschen arider Vegetation allerdings oft unterbrochenen Wasserspiegel“. In dem chilenischen Wüstengebiet würde ein Wasserspiegel nicht von den Büschen arider Vegetation unterbrochen werden können, weil dort überhaupt keine Vegetation vorhanden ist. Es wäre nun falsch, aus Pencks und meinen Angaben über die Wirkung des Windes einen Widerspruch ableiten zu wollen, wie man es ohne Berücksichtigung der feinen klimatischen Unterschiede eigentlich tun müßte. Die west-nordamerikanische Wüste ist eben nicht so extrem wie der Hauptteil der chilenischen Wüste, als daß man sie ohne Weiteres mit ihnen parallelisieren dürfte. Beachten wir jedoch, daß nach dem Auftreten von Vegetation zu urteilen, die Verhältnisse des von A. Penck beschriebenen Wüstengebietes denen der chilenischen Randwüste (Atacama) noch am meisten ähneln, und daß gerade auf den Flächen der Atacama der Wind die relativ größte Wirkung hat (vgl. o. S. 150), so können wir die Darlegungen A. Pencks als eine ausgezeichnete Bestätigung unserer chilenischen Ergebnisse betrachten.

Verf. hat die photographischen Aufnahmen, die J. Walther seinem umfassenden Werke über das Gesetz der Wüstenbildung¹⁾ beigegeben hat, einer Durchsicht unterzogen und insbesondere auf Vegetationsspuren geachtet, wie sie in Chile (mit Ausnahme der Verhältnisse in der Brea-Wüste) auf eine minder extreme Aridität schließen lassen. Ich fand deren mehr, als ich gedacht hatte, und glaube daraus schließen zu dürfen, daß der größere Teil der von Walther untersuchten Wüsten nicht den Anforderungen entsprechen würde, die ich nach meinen chilenischen Ergebnissen an ein extrem wüstenhaftes Klima stelle. Auch hier würde eine Diskussion über die bei der Wüstenbildung wirkenden Kräfte unter Nichtberücksichtigung der jeweiligen klimatischen Verhältnisse nicht zum Erfolge führen können, während in Wirklichkeit ein Teil der von Walther beschriebenen Wüstenbildungen

1) 4. Aufl. Leipzig 1924.

in den weniger extremen, randlicheren Teilen der chilenischen Wüste wiederkehrt.

Auch Gradmann¹⁾ betont die Häufigkeit von Vegetation in den meisten Wüsten der Erde und sagt sogar, daß man, wolle man etwa die Gebiete mit Vegetation aus dem Begriffe „Wüste“ ausschneiden, kaum irgendwelche richtigen Wüsten übrig behalten würde. Er betont das so energisch, daß er für die völlig vegetationslose Wüste nötigenfalls sogar den Namen „Überwüste“ zur Diskussion zu stellen für nötig hält. Verf. hat gegen die Gradmannschen Anschauungen nichts einzuwenden. Die mehr oder minder weite Fassung des Begriffs „Wüste“ ist ja, wie auch Gradmann betont, schließlich nur eine Zweckmäßigsfrage. Wenn aber die chilenischen Wüstengebiete in der Mehrzahl „Überwüsten“ sind, und wahrscheinlich doch noch andere Wüsten auf der Erde, die man nach dem herkömmlichen Sprachgebrauch einfach als Wüste bezeichnet, so darf man, zum Mindesten nach den Verhältnissen in Chile, nicht erwarten, daß sämtliche Wüsten bezüglich der wirkenden Kräfte (hie Wind, hie Wasser) und der typischen Formen eine Übereinstimmung zeigen.

Wir können dies auch vielleicht auf Kaisers Arbeiten über die Namib anwenden. Die prächtigen Aufnahmen aus der Namib, die Kaiser in den Geologischen Charakterbildern veröffentlicht hat²⁾, lassen fast auf jedem Bild, zum mindesten auf der großen Mehrzahl der Bilder, eine allerdings spärliche Vegetation erkennen. Wenn diese Bilder typisch für das Landschaftsbild der Diamantenwüste sind, und das darf man bei den zahlreichen Bildern, die den Arbeiten beigegeben sind, erwarten, so haben wir damit auch in der südlichen Namib eine im Verhältnis zur völligen Pflanzenlosigkeit der chilenischen Wüste immerhin beträchtliche Vegetationsbedeckung. Kaiser selbst sagt³⁾: „Wenn es auch in unserem südwestafrikanischen Wüstengebiete völlig pflanzenleere Strecken gibt, die in anderen Wüsten noch ausgedehnter sind, so ist doch in der Namib überall wieder ein verschieden großer Bestand an den klimatischen Verhältnissen mehr oder weniger angepaßten Pflanzen vorhanden, welche schon für sich allein Niederschläge . . . beweisen“. Im chilenischen Wüstengebiet besitzt die in ganzer Breite (mit den erwähnten lokal bedingten Ausnahmen) „pflanzenleere Strecke“ eine

1) R. Gradmann, Wüste und Steppe a. a. O.

2) Neuerdings ergänzt durch die ebenso schönen Aufnahmen in seiner „Diamantenwüste“ (a. a. O.). Sollte man nicht auch geographischen Arbeiten Stereobilder beigegeben können, wie es Kaiser getan hat?

3) Diamantenwüste, Bd. II, S. 169.

Längserstreckung von ungefähr 800—900 km! Tatsächlich ähnelt das Klima der Namib nach den Ausführungen Kaisers offenbar am meisten nicht der Kernwüste, sondern dem der küstennahen Wüste oder sogar dem der Atacama-Wüste im engeren Sinne. Es sei übrigens noch erwähnt, daß Kaiser sich naturgemäß und auch nach seinen eigenen Worten¹⁾ vor allem auf die Beobachtungen in dem geologisch kartierten Gebiet der Namib stützt und daß dieses geologisch kartierte Gebiet gerade den küstennahen Streifen der Namib umfaßt und in Chile allein seiner orographischen Gestaltung nach als küstennahe Wüste aufgefaßt werden müßte.

Selbst wenn im Übrigen an den Stellen, die in der Namib pflanzenleer sind, die Klimabedingungen nach unseren Ansprüchen extrem wüstenhaft wären — es ist das nach dem Vorgang der pflanzenleeren chilenischen Mittelwüsten nicht einmal nötig — so braucht sich an diesen eng begrenzten Stellen ein wirklich extrem wüstenhafter Formenschatz gar nicht zu entwickeln, weil er durch Übergriffe von den anders gearteten Nachbargebieten her immer wieder zerstört werden muß. Es braucht nur einmal von dem Nachbargebiet her eine größere Menge Sand durch den Wind in das kleine klimatisch extreme Gebiet geschafft worden zu sein, und der extreme Formenschatz ist für lange Zeit vernichtet! In dem chilenischen Wüstengebiet ist das an den Rändern der einzelnen Formen- bzw. Klimagebiete natürlich auch der Fall; aber dort sind die Gebiete räumlich so ausgedehnt, daß der Grenzstreifen, in dem eine Überstrahlung nicht bodenständiger Kräfte und Formen vorkommt, im Verhältnis zu dem Gesamtgebiet gar keine Rolle spielt.

Verstärkt wird dies durch die orographischen Verhältnisse. Bei der großen Längserstreckung der einzelnen andersgearteten Wüstengebiete in Chile würde nämlich ein Übergreifen von Fremdlingskräften nur von der Seite her möglich sein. Da hindern jedoch die verschiedensten Gebirgsketten das ungehinderte Vordringen derartiger Kräfte. Insbesondere können sich die Kräfte der küstennahen Gebirgswüste nach innen zu nicht auswirken; der lockere Sand vermag die steil aufsteigende Küstenkordillere nicht zu übersteigen. In der Namib dürfte das vielleicht anders sein. Das Gelände steigt dort wesentlich flacher an, so daß, selbst wenn die innere Namib im ganzen wirklich extrem wüstenhaft wäre, der Sand von der Küste in das Innere eindringen und dort die extremen Formen nicht zur Ausbildung gelangen lassen kann. Die Vermutung, daß in der Namib Sand in extrem wüstenhafte Gebiete des öfteren

1) Diamantenwüste, Bd. I, S. 21.

eingreift, wird dadurch vielleicht bestätigt, daß Kaiser in der Regel anscheinend Sand- und Staubgemisch in der Namib gefunden hat, während in der chilenischen Kernwüste der Staub zwar mit Gesteinssplintern, nicht aber mit Sand gemischt war. Gerade die Mischung von Sand und Staub ohne Vorhandensein einer Staubhaut ist jedoch das, was man aus den Verhältnissen in der chilenischen Kernwüste deduktiv ableiten müßte, wenn es beispielsweise dem küstennahen Sande eines Tages gelingen würde, in die Kernwüste einzudringen. Damit gehen dann auch die typischen Formen der extremen Wüste verloren. Ich glaube nicht, daß man ohne Berücksichtigung der klimatischen Feinheiten und der orographischen Verschiedenheiten Parallelen zwischen den Verhältnissen in der südlichen küstennahen Namib und im chilenischen Wüstengebiet ziehen darf.

Ob nicht die Verschiedenheiten in den von Kaiser und den von Jäger besuchten Gebieten der Namib — Kaiser betont starke Windwirkung, Jäger wundert sich über die geringe Windwirkung (vgl. o. S. 57, Anm. 2) — vielleicht auch in klimatischen Verhältnissen begründet sind?

In der Kalahari hat Passarge eine recht erhebliche Windwirkung beobachtet¹⁾ und daraus später weitgehende Folgen gezogen²⁾. Nachdem er im Sommer 1914 den Süden der ägyptischen Wüste kennen gelernt hat, schreibt er in Band 3 seiner Landschaftskunde S. 337, daß er „seine Ansichten über die Bedeutung des Windes als abtragender Kraft wesentlich gegen früher geändert“ habe. Er betont neuerdings die geringe Wirkung des Windes in der Wüste. Als Ergänzung dazu dürfen wir die Mitteilung Passarges über das Vorkommen einer „Staubrinde“ (= Staubhaut in der chilenischen Kernwüste; vgl. o. S. 24 und das dortige Zitat) und die Ankündigung einer Arbeit über die morphologische Bedeutung des Staubes in der ägyptischen Wüste auffassen³⁾. Mir ist ein solcher scheinbarer Sinneswechsel nach meinen Beobachtungen im chilenischen Wüstengebiet in keiner Weise erstaunlich. Die Kalahari ist recht wenig extrem wüstenhaft; dort spielt also, wie auch aus den Ausführungen Jägers hervorgeht, der Wind in der Tat eine große Rolle, wie es den Verhältnissen z. B. in der Atacama entspricht. Die südägyptische Wüste dürfte dagegen eine sehr extreme Wüste sein, so daß dort der Wind eine zu vernachlässigende Rolle spielt. Jeder andere, der nur einen Klimatypus kennen lernte

1) S. Passarge, Die Kalahari, Berlin 1904, S. 624.

2) a. a. O. S. 637.

3) Vgl. E. Blanck und S. Passarge, Die chemische Verwitterung in der ägyptischen Wüste, a. a. O. S. 6.

und der herrschenden Ansicht gefolgt wäre, daß alle Wüsten als extrem arid ähnlich sein müssen, hätte so geschlossen wie Passarge. Ich glaube auch diese scheinbar einander widersprechenden Beobachtungen Passarges als eine Bestätigung dafür auffassen zu dürfen, daß für die Vorgänge und Formen in der Wüste der verschiedene Grad der Wüstenhaftigkeit wichtig ist.

Sehr interessante Hinweise über den Charakter des chilenischen Wüstengebietes gegenüber anderen Gebieten können wir einer Untersuchung Knoches über den „Austrocknungsfaktor“¹⁾ entnehmen. In dieser wichtigen Arbeit vergleicht Knoche u. a. das Klima Chiles bezüglich seines Austrocknungswertes bei ruhender und bei windbewegter Luft im Schatten und unter Berücksichtigung der Bodentemperatur und auch bezüglich der austrocknenden Wirkung auf die menschliche Haut mit anderen Gebieten der Erde. Wenn auch die zahlreichen von Knoche gegebenen Zahlen für unsere Zwecke nicht unmittelbar herangezogen werden können, weil gerade für die uns am meisten interessierenden Gebiete die für uns wichtigen Zahlen wohl infolge mangelnden Beobachtungsmaterials fehlen, so kann man doch aus den Darlegungen Knoches erkennen, daß das chilenische Wüstengebiet ein ganz besonders extremes ist²⁾.

Wenn es zutrifft, daß die feinen Unterschiede innerhalb der verschiedenen Wüstenklimate nicht nur in Chile, sondern auch in anderen Wüsten morphologische Unterschiede grundsätzlichen Charakters bewirken, so scheint mir die Klassifizierung der ariden Gebiete nach „semi-arid“, „normal-arid“, „extrem-arid“ in der Art, wie sie Kaiser besonders betont hat³⁾, nicht ausreichend zu sein. Alle Wüsten gleichmäßig als extrem-arid zu bezeichnen hat den Nachteil, daß eine Kennzeichnung des verschiedenen Grades der extremen Aridität eigentlich kaum möglich ist. Ich habe mir in der vorliegenden Arbeit dadurch zu helfen versucht, daß ich an den betreffenden Stellen von extrem wüstenhaft gesprochen habe, bin aber nicht sicher, ob ich an jeder derartigen Stelle richtig dahin verstanden worden bin, daß dieser Ausdruck eine erhebliche Steigerung gegenüber dem Begriff „extrem-arid“ ausdrücken soll. Ich glaube, daß manche Mißverständnisse

1) W. Knoche, El „Valor de Desecación“ como factor climatológico. Revista Chilena de Historia y Geografía 1919.

2) Herr Dr. Knoche äußerte mir gegenüber die Ansicht, daß das chilenische Wüstengebiet des Inneren in klimatischer Hinsicht wahrscheinlich das extremste Wüstenklima der Erde besitze.

3) „Was ist eine Wüste“?, Mitt. der Geograph. Ges. München 1923, S. 1, zuletzt „Diamantenwüste“, Bd. II, S. 244.

vermieden, manche Kontroversen unnötig gewesen wären, wenn man nicht infolge Benutzung des Wortes extrem-arid oder auch voll-arid unter dem Eindruck gestanden hätte, daß alle unter diesen Begriff fallenden Gebiete eine prinzipielle Ähnlichkeit hinsichtlich ihrer morphologischen Eigenschaften aufweisen müßten. Als ein besonders schlagendes Beispiel dafür erscheint mir die für die Mehrzahl der chilenischen Wüsten oben (S. 45 f. und S. 114 f.) bereits widerlegte Behauptung W. Pencks, daß in allen Trockenklimaten „freie Massenbewegungen“ eine entscheidende Rolle spielen. W. Penck konnte sich nur deshalb für berechtigt halten, seine diesbezüglichen Beobachtungen in der Puna de Atacama und in der zwar „voll-ariden“, aber gleichfalls nicht extrem wüstenhaften Atacama bei Copiapó in m. E. unzulässiger Weise zu verallgemeinern, weil er innerhalb der vollariden Gebiete offenbar keine Unterschiede für möglich hielt.

Es liegt mir, wie eingangs bereits betont, fern, etwa alle bisher gemachten Wüstenbeobachtungen in das für Chile geltende Schema pressen zu wollen. Dazu ist die Möglichkeit anderer Einflüsse als der in unserm Arbeitsgebiet erkannten zu groß. Doch halte ich es für möglich, daß die stärkere Betonung der feineren klimatischen Unterschiede manche bisher bestehenden quälenden Zweifel und Widersprüche zu lösen vermag.

Vielleicht ist gerade das chilenische Wüstengebiet, nicht eigentlich wegen seines extremen Charakters, sondern mehr noch wegen der orographisch bedingten recht scharfen Abgrenzung der einzelnen verschieden gearteten Wüstengebiete, ein besonders dankbares Objekt für die Untersuchung wüstenhafter Vorgänge und Formen. Ich selbst habe hier nur einige Fragen zur Diskussion stellen können; viele Probleme harren dort noch der Lösung.

Die den Abbildungen zugrunde liegenden photographischen Aufnahmen sind von O. Berninger und mir gemeinsam gemacht.

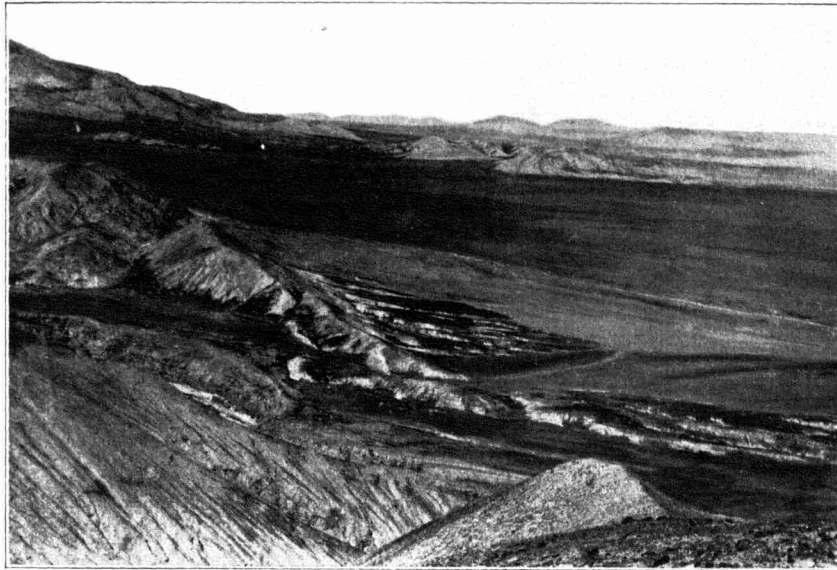


Abb. 1. Blick vom Westabfall der Mittelkordillere östl. Toco nach SW. Staubbedeckte, zerrunste Hügel links und im Vordergrund. Dahinter eine von links (Osten) nach rechts (Westen) abfallende Pampa. Zerrunsung derselben schwach sichtbar; die kräftige Zerschneidung der Pampa in der Nähe der begrenzenden Berge ist sehr deutlich an den hellen Erosionslinien in den tiefschwarzen Pampateilen erkennbar. Im Hintergrunde der Pampa (Mitte) einige inselhafte Berge.

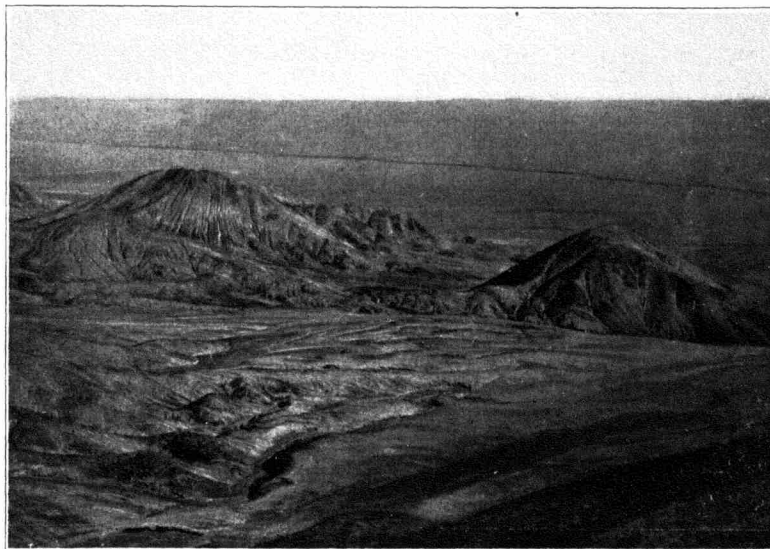


Abb. 2. Blick vom Cerro Barco (Puelma-Wüste) nach Westen. Hügel mit Staub und Staubhaut, zerrunst. Vulkanisches Ergußgestein.



Abb. 3. Staubbedeckte Hügel am Westhang der Kordillere Domeyko (Brea-Wüste) mit Staub und Staubhaut. Übertiefung der Gehängetäler gegen die Gehänge-Runsen deutlich sichtbar. Schräggestellte Jura-Kalke und -Sandsteine.

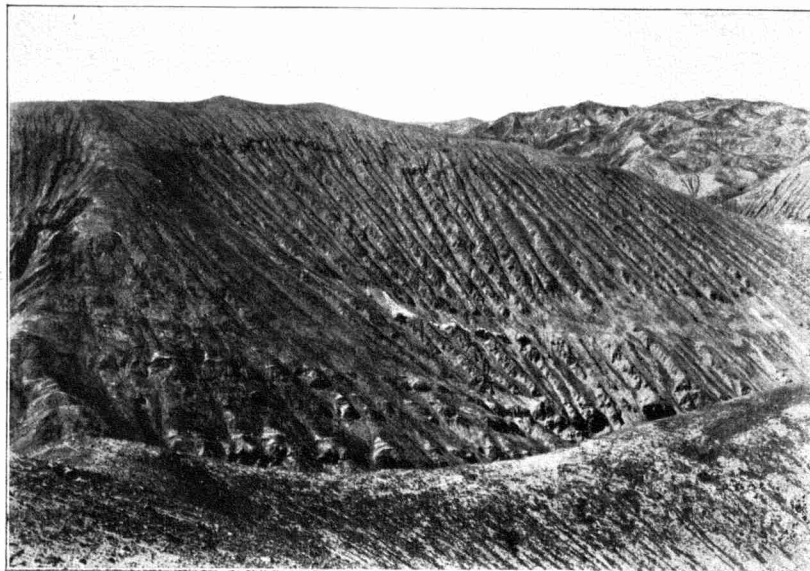


Abb. 4. Zerrunste Hügel in der Mittelkordillere östlich Toco. Abstand der parallelen Runsen ca. 1 m. Auf dem staubbedeckten Hügel im Vordergrund sind die obersten Ansätze von Runsen in der Staubhaut zu erkennen. Jura-Schichten.

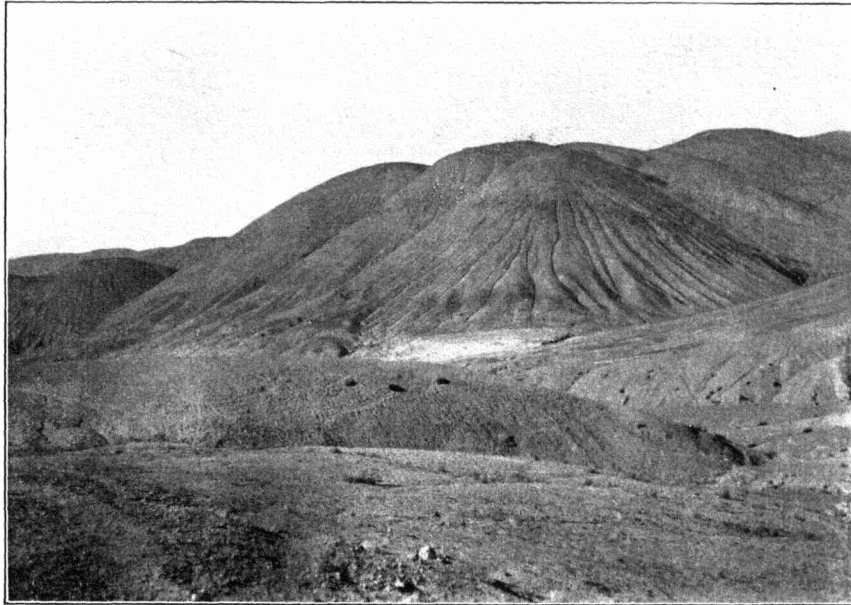


Abb. 5. Zerrunste Hügel am Westfuß der Kordillere Domeyko (Brea-Wüste). Die schwach dunklen wagerechten Streifen auf dem Hügel im Mittelgrund zeigen das Ausstreichen der Jura-Schichten an (der untere Streifen Gipsletten).

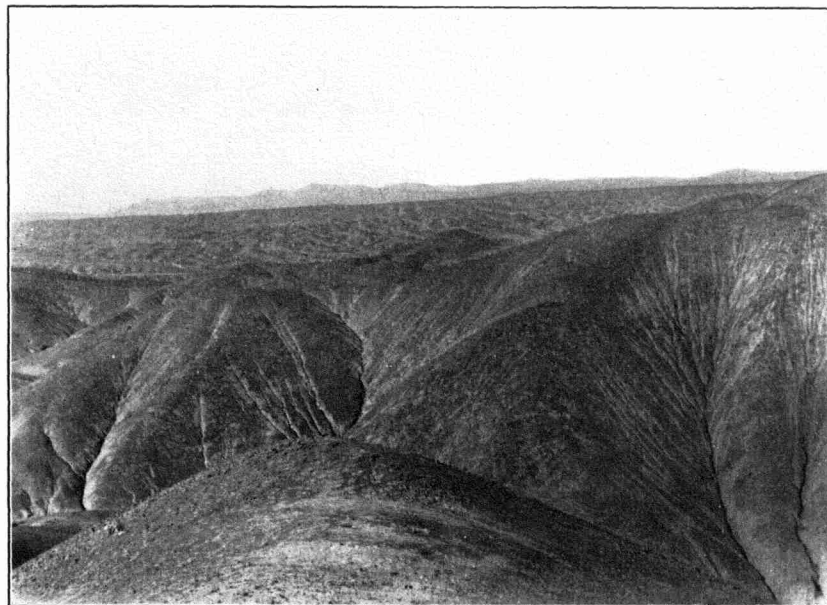


Abb. 6. Blick vom Cerro Barco (Puelma-Wüste) nach SO. Staubbedeckte, zerrunste Hügel. Vulkanisches Ergußgestein.

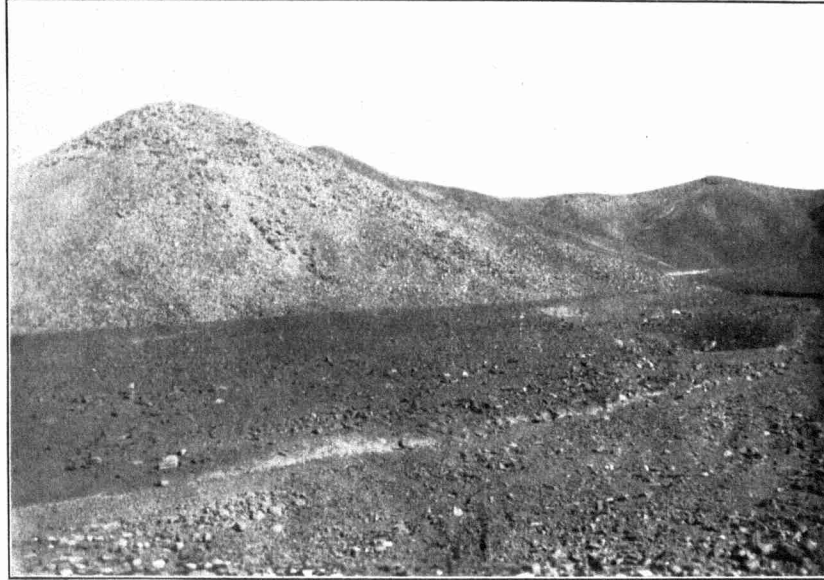


Abb. 7. Oberstes Ende eines aus den Bergen nördlich Calama kommenden Schuttfächers.

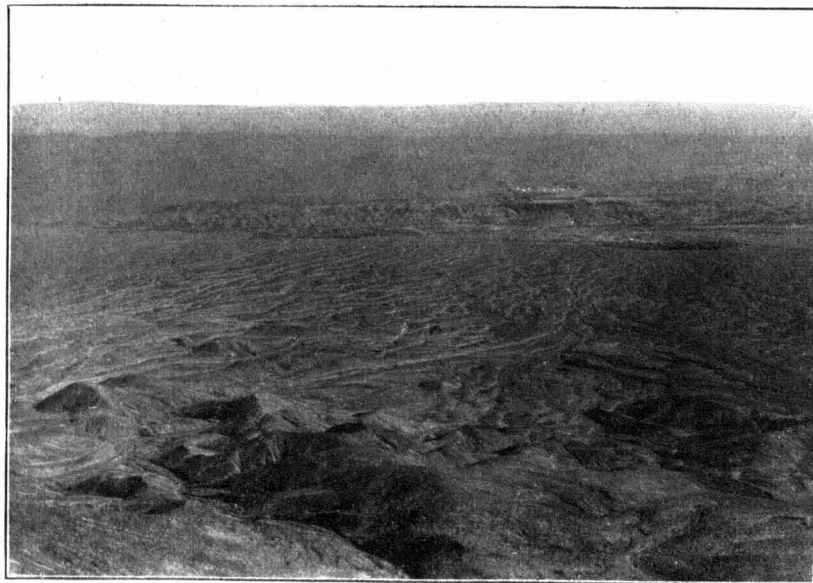


Abb. 8. Blick vom Cerro Barco nach NW. auf die ca. 6 km entfernte Oficina Aldea. Vordergrund Hügel mit Staub und Staubhaut, zerrunst. Mittelgrund ein bis zur Oficina reichender Schuttfächer mit Trockentälern. Höhendifferenz bis zum oberen Rande des Schuttfächers ca. 200 m, von dort bis zum unteren Ende (Mittelachse der Pampa) ebenfalls 200 m. Bei der Oficina inselhafte Hügelgruppen.



Abb. 9. Große Trockenrisse im harten Ton einer schwach geneigten Überrieselungsfläche östlich des Loa unweit der Joya-Hügel.

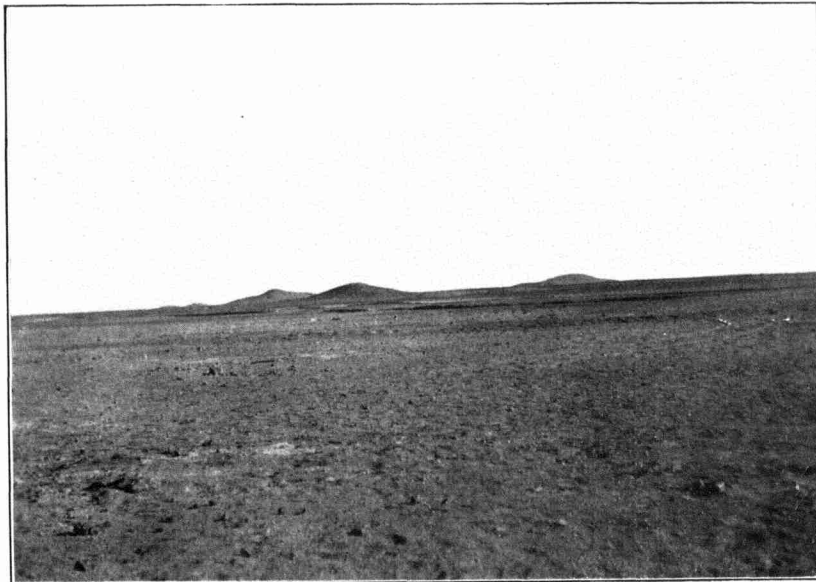


Abb. 10. Inselhafte Berge in der Paciencia-Wüste (Große Längsebene).
Höhe ca. 30—50 m.

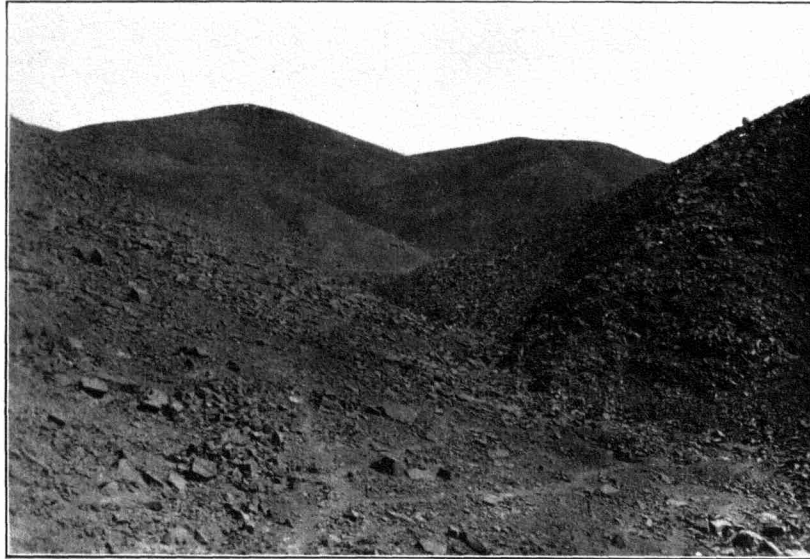


Abb. 11. Blockbedeckte Hänge in der Küstenkordillere westlich Toco. Als Größenmaßstab beachte die schmalen Fußpfade.

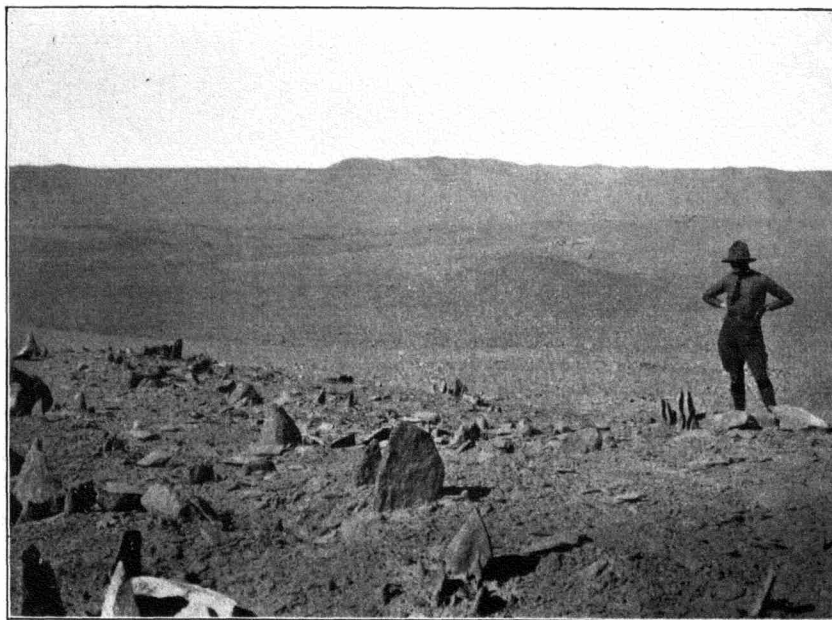


Abb. 12. Eigenartiges Herauswittern eines Ergußgesteines auf einem Hügel nordwestlich der Oficina Aldea (Puelma-Wüste).

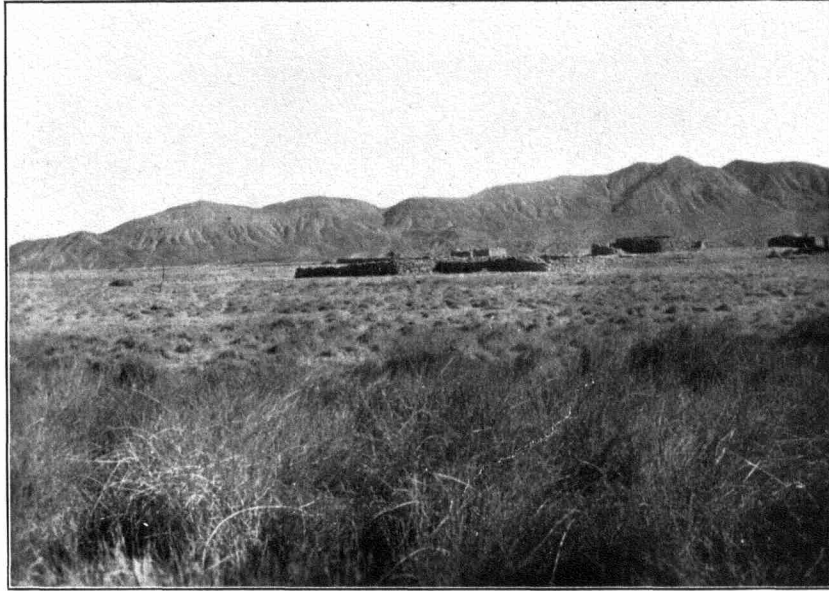


Abb. 13. Blick aus der breiten Loa-Talung bei Calama auf die Berge im Norden.
Porphyry (schwache Zerrunsung) über Jura-Schichten (starke Zerrunsung).

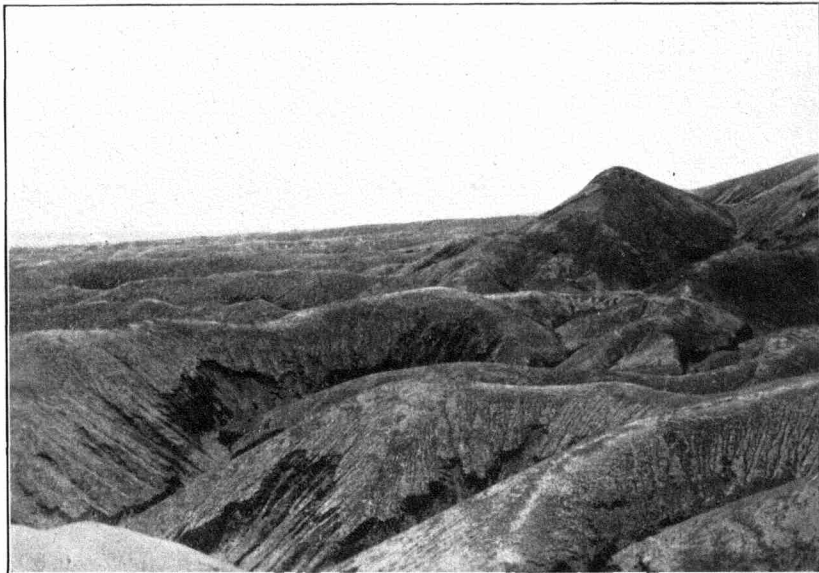


Abb. 14. Staubbedeckte Hügel (zerschnittene Bergflankenebene) in der Mittelkordillere östl. Toco. Geringes Nachbrechen des durch die Staubhaut festgehaltenen Staubes. Sehr kleine, engständige Runsen auf den Hängen. Abstand der größeren Täler ca. 20 m. Im Mittelgrund rechts wahrscheinlich diluvialer Vulkan-Embryo.



Abb. 15. Flachgeböschte Hügel in der Puelma-Wüste. Relativ weitständige, aber scharf eingekerbte Runsen.



Abb. 16. Oberster Teil eines engen Erosionstales in dem Berggebiet s. ö. Carmen Alto (Puelma-Wüste).

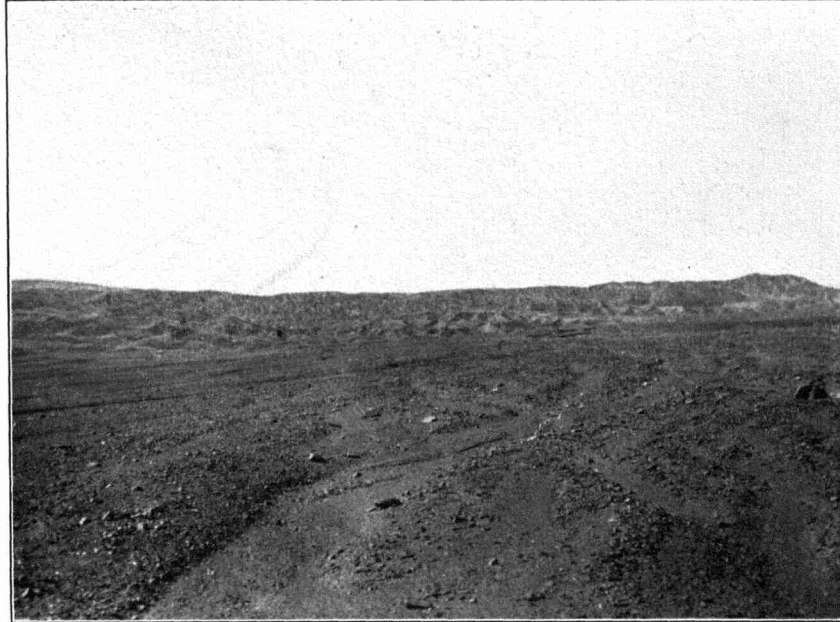


Abb. 17. Flache Trockentäler von geringer Breite (hier ca. $\frac{1}{2}$ —1 m) auf einer Pampa. Im Hintergrund staubbedecktes Berggebiet (Mittelkordillere östl. Toco), entstanden durch Zerschneidung einer Flankentreppe.



Abb. 18. Aus einem Berggebiet kommendes, breites Trockental. Die feine Streifung auf dem Talboden von rechts nach links wird durch kleine Trockentälchen hervorgerufen (vgl. z. B. Abb. 17). Im Hintergrunde rechts die zerschnittene und in staubbedeckte Hügel aufgelöste Flankentreppe der Mittelkordillere östl. Toco.



Abb. 19. Unterstes, steil eingeschnittenes Ende eines zum Loa von rechts entwässernden Trockentales, vom oberen Rande des „Blindendes“ nach abwärts gesehen. Ausgezeichnete Schichtung des feinen und groben Pampa-Schuttes.

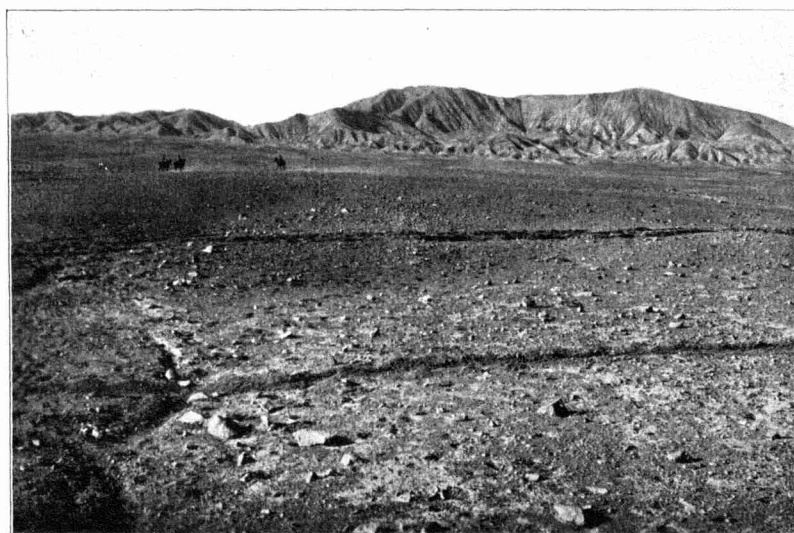


Abb. 20. Pampa s. ö. Francisco Puelma mit Blick nach SO auf das Berggebiet des Cerro Barco. Im Vordergrund ist der Steinchenpanzer zu erkennen; links oberer Beginn von Trockentälern. Starke Zerrung der staubbedeckten Berge des Hintergrundes. Die dunklen Striche im Vordergrund von links nach rechts sind alte Reit- und Wagenspuren.

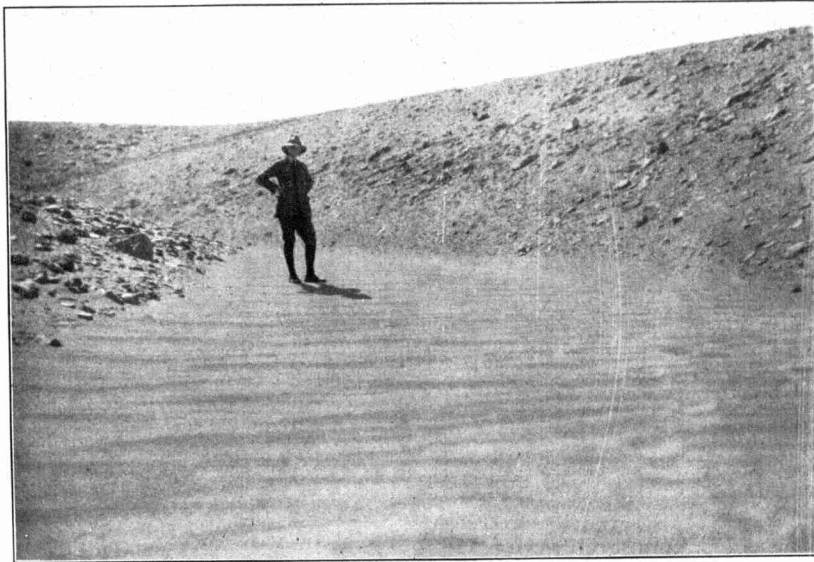


Abb. 21. Sandverschüttetes Tal mit Wind-Wellenfurchen in der Taltal-Wüste.

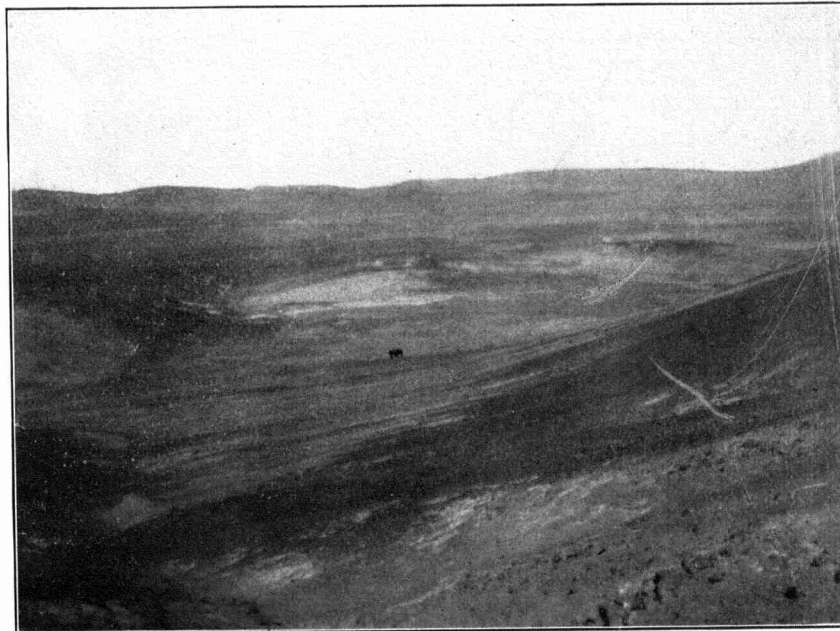


Abb. 22. Blick von den Hängen des Pokalberges (Taltal-Wüste) nach SW. Das etwas eintönige Bild ist nicht etwa nur die Folge mangelhafter Reproduktion, sondern entspricht der Natur. Im Vordergrund Schwerkraftlinien.

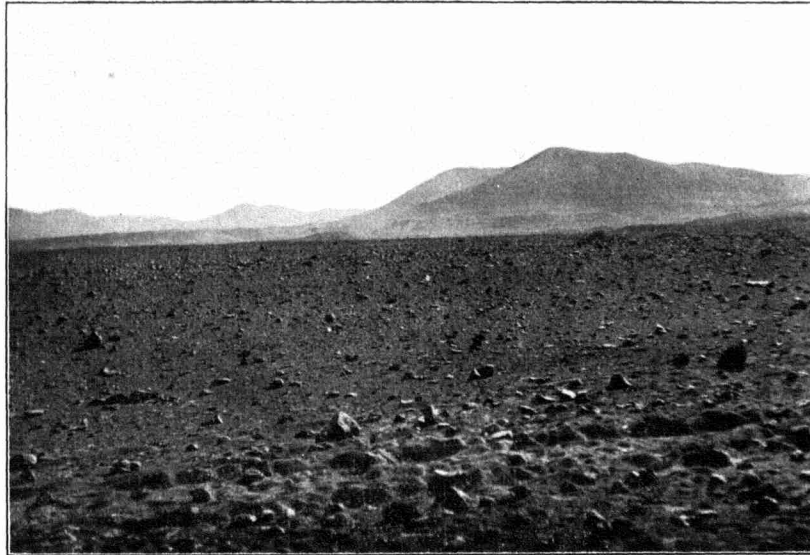


Abb. 23. Blick vom Campamento Bellavista (Taltal-Wüste) auf den Pokalberg.
Vordergrund Pampa mit mattierten Steinen (Hufspuren ganz vorn als Größenmaßstab).
Hintergrund die individuellen Bergformen der Mittelwüste.



Abb. 24. Typische Pampa in der Taltal-Wüste.

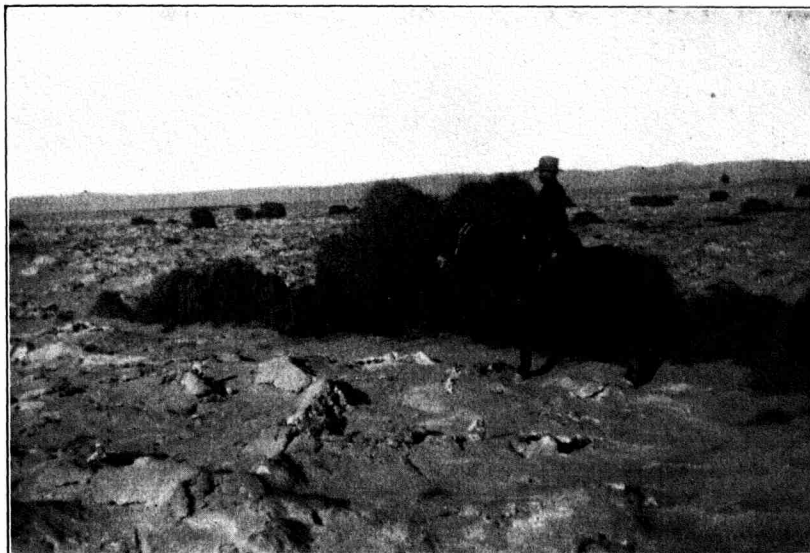


Abb. 25. Distichlis-Kupsten auf dem Salar de Pintados (Pampa del Tamarugal; Iquique-Wüste). Im Vordergrund polygonale Salzaufwulstung gut erkennbar.

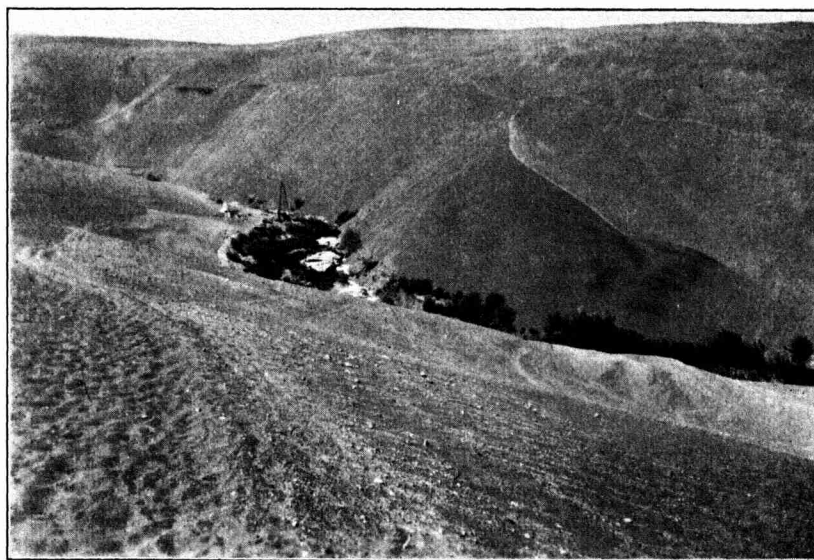


Abb. 26. Süßwasseraustritt unweit Pica. Sandbedeckte, völlig unzerschnittene Hänge. Der Bohrturm im Mittelgrund ist erst kürzlich errichtet und liefert noch kein Wasser, ist also nicht etwa die Ursache der Vegetation.

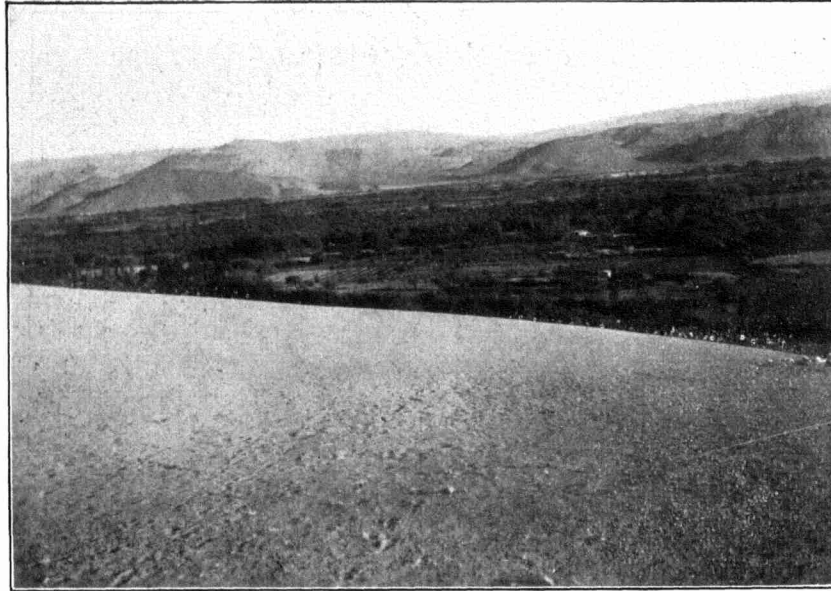


Abb. 27. Blick über das Azapa-Tal nach SO. Vordergrund Stufe der „Fläche“, unzerschnitten. Mittelgrund das bewirtschaftete Tal des fremdlinghaften Azapa-Flusses. Im Hintergrund Auflösung der Fläche in runde, sandbedeckte, nicht zerrunste Kuppen.

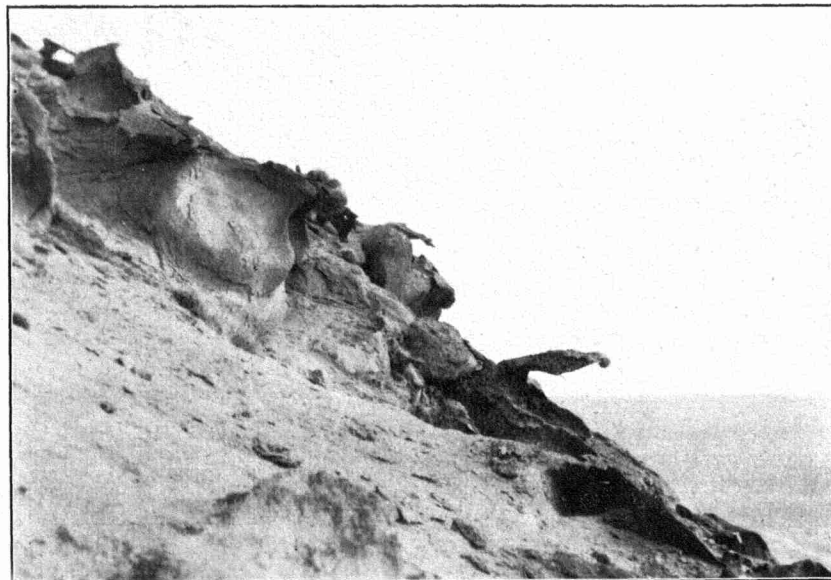


Abb. 28. Herausgewitterte Gesteinsnadeln in der Tacna-Wüste.

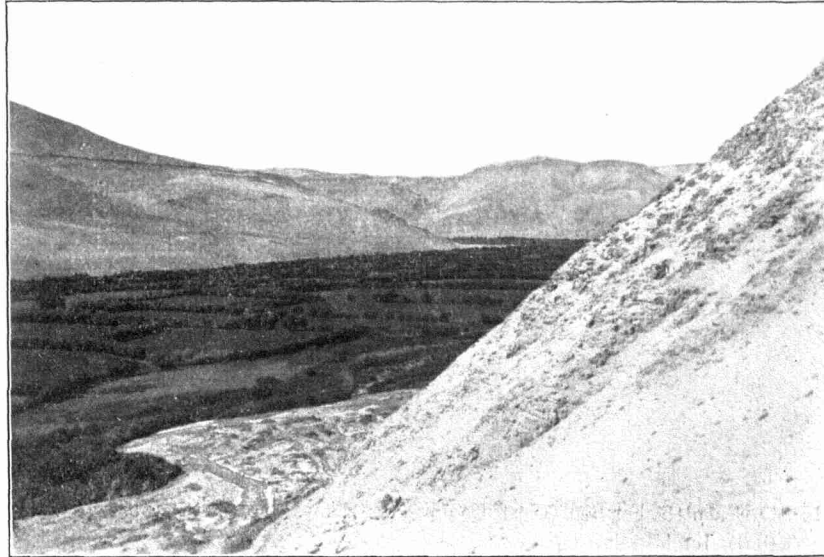


Abb. 29. Blick von oberhalb Rosario das Llutta-Tal aufwärts. Vordergrund rechts linker Hang des Llutta-Tales; der anstehende Liparit sieht überall durch den dünnen Sandbelag hervor. Auf dem Talboden vorn der fremdlinghafte Llutta-Fluß mit Schotterbett, dahinter die bewirtschaftete Talaue. Im Hintergrund links der rechte Talhang des Llutta-Tales, unzerschnitten, jedoch gewisse Herauspräparierung des Gesteins.

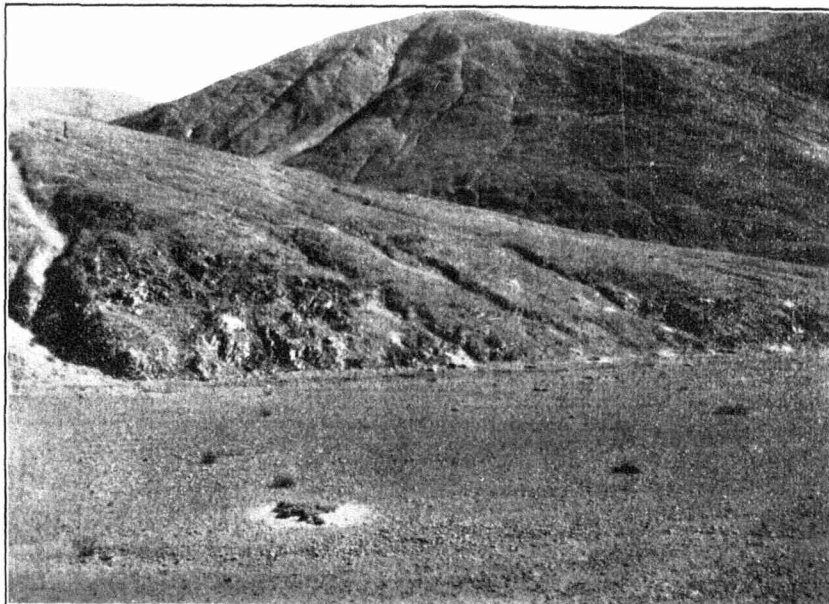


Abb. 30. Nackte Felshänge, fast schuttfrei, in der Quebrada de Matancilla (küstennahe Gebirgswüste bei Taltal). Granit, Diorit und ähnliche Gesteine.

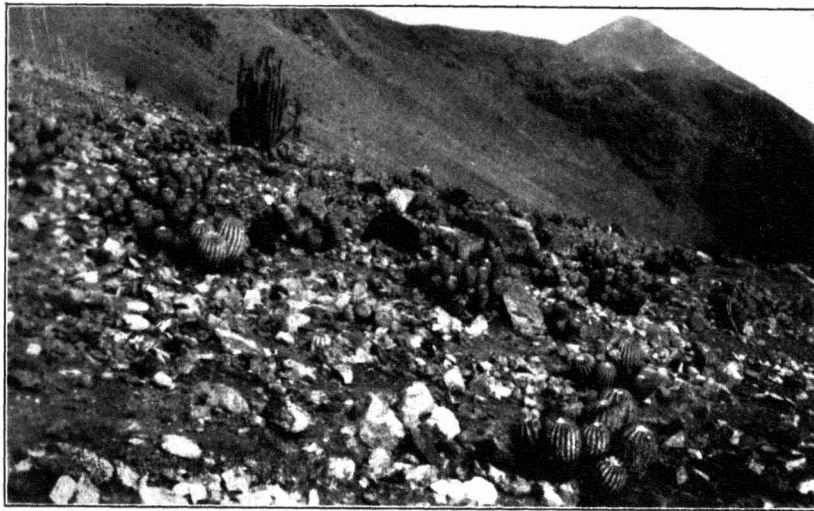


Abb. 31. Schuttfächer am Westfuß der Küstenkordillere bei Paposo (nördlich Taltal). Im Mittelgrund Schutthalde am Berghange; Schwerkraftlinien.

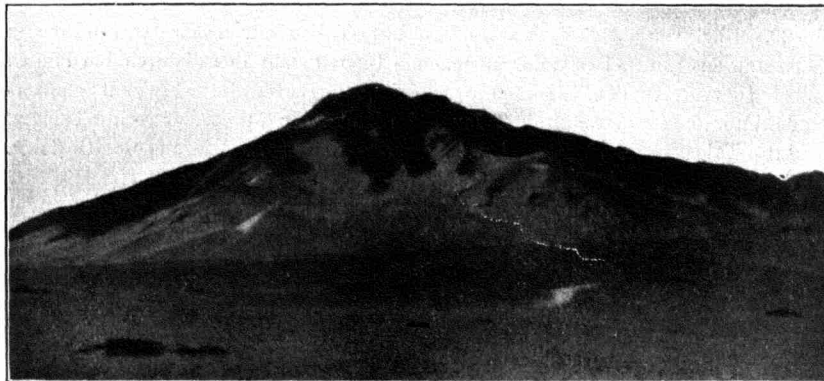


Abb. 32. Sandverwehte Berge in der Atacama (Randwüste) unweit Copiapó.

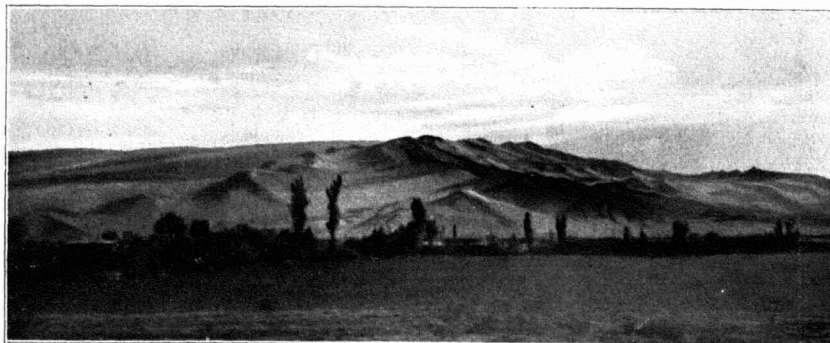
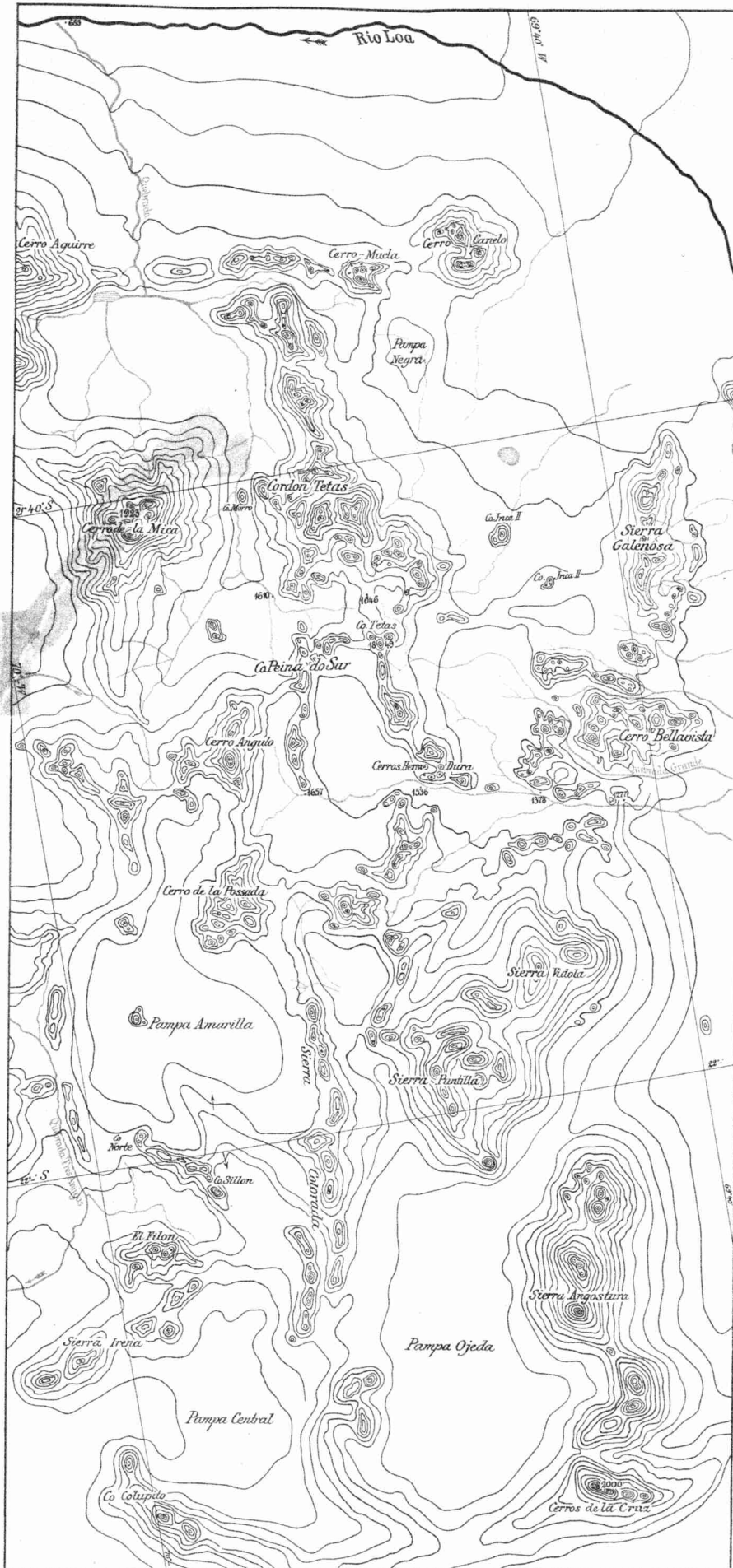


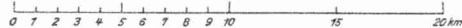
Abb. 33. Sandverwehte Berge nördlich des Copiapo-Tales (Atacama; Randwüste). Im Vordergrund der oasenhafte Talboden.

VERSÄCHS.
UNIVERSITÄT
GÖTTINGEN



Küstenkordillere zwischen Tocopilla und Toco. Formenlinienkarte.

Maßstab 1:200000



— große Trockentäler. Das Hauptentwässerungsnetz ist, besonders im Süden, nur lückenhaft eingetragen

— Rio Loa (permanend) Nach einem Plane des verord. Landmessers Edinger

