

# Nordchilenische Nebeloasen

Von Prof. Dr. Gerhard Follmann,  
Landwirtschaftliche Fakultät  
der Universität von Chile, Santiago

*Boletín U. Chile  
1966  
Heft 4 (este número)*

Weite Strecken Mittel- und Nordchiles sind durch spärliche oder gänzlich ausbleibende Niederschläge gekennzeichnet. Doch erhalten gewisse, geomorphologisch begünstigte Küstenberge regelmäßig durch die vom Kaltwasserbereich der Meeresküste landeinwärts ziehenden Winde Nebelfeuchtigkeit, wodurch stellenweise eine üppige Nebelvegetation entsteht, die sogar Holzgewächse aufweist. Es ist daher verständlich, wenn diesen geobotanisch hochinteressanten Pflanzengesellschaften, welche - abgesehen von einem beachtlichen Futterwert - infolge starker Wasserbindung geeignet sind, das wüstenhafte Lokalklima in wirksamer Weise zu verbessern, in verantwortlichen chilenischen Kreisen zunehmend Beachtung geschenkt wird.

FOLLMAN

## Schlimmer als tausend Höllen

Wer vom „Grünen Süden“ Chiles kommt, der so sehr den mitteleuropäischen Wiesen- und Weidelandschaften ähnelt (Oberdorfer, 1960), auf dem Landwege den sogenannten „Großen Norden“ besucht, findet sich alsbald in eine zwar ebenso großartige wie vielgestaltige, doch erschütternd sterile Wüstenlandschaft versetzt. Sie wurde von den großen Forschungsreisenden der vergangenen Jahrhunderte „schlimmer als tausend Höllen“ bezeichnet (Poeppig, 1835). Und noch heute erscheint der in umgekehrter Richtung erfolgte Durst- und Hungerzug der spanischen Eroberer durch diese lebensfeindliche Wüstenzone kaum faßbar.

Um so überraschter ist man, nach stunden-, ja tagelanger Fahrt durch Sand-, Geröll-, Fels- oder Salzwüsten an bestimmten Höhen im südlicheren Teil des Gebiets plötzlich Laubwälder zu entdecken, die in ihrer Öppigkeit den patagonischen Regenwäldern nicht nachstehen, oder im nördlicheren Distrikt Kakteengestrüppe, die so dicht mit Bartflechten behangen sind wie in den feuchtesten Nebellagen der europäischen Bergwälder. Dennoch fallen im Süden des Gebiets in „guten“ Jahren kaum 100 mm Regen, während in dessen Norden nur „episodische“ Niederschläge gegen 10 mm in Abständen

von oftmals Du zenden von Jahren registriert werden. (Die jährliche Regenmenge des infolge seiner kontinentalen Lage bereits recht trockenen Gebiets von Berlin hält sich vergleichsweise bei etwa 580 mm.)

Ähnlich der subtropischen Westküste Afrikas wird das Wüstenklima am westlichen Andenabfall durch verhältnismäßig kühle Meeresströmungen verursacht: Kaltwasser, welches im Sog des küstenparallel nordwestgerichteten Humboldtstromes aus großen Meerestiefen heraufklingt, hält die Temperatur der Pazifikfläche fast stets niedriger als die des von tropischer Sonne erhitzten Festlandes. Infolgedessen wird die von häufigen Südwestwinden landeinwärts bewegte Luft über dem Lande trockener und bringt ihm nur selten Niederschläge. Im Osten aber ist die Küstenwüste Mittel- und Nordchiles durch die mächtige Andenschwelle gegen regenbringende Passatwinde abgeriegelt.

*zu Beispiel*

*falsch*

Doch im Gegensatz zur afrikanischen Wüste Namib zeichnet sich die nordchilenische Atacama durch zahlreiche Oasen aus, die nachweislich seit Jahrtausenden besiedelt sind und namhafte Kulturzentren entstehen ließen. Die siedlungsfreudigsten und umfangreichsten werden von einigen Andenflüssen gespeist, deren stark mineralhaltiges Wasser auch im extrem trockenen Hochwinter für die kleinen Bewässerungsfelder und -terrassen ausreicht. Daneben spielten von jeher aber auch die als Lomas<sup>1)</sup> bezeichneten, auf der Erde einzigartigen Nebeloasen an der nordchilenischen Wüstenküste eine gewisse wirtschaftliche Rolle.

## Vom Nebelwald zur Flechtenloma

Der Nebelwald von Fray Jorge und Talinay (Karte) erhebt sich auf den Küstenhöhen der Provinz Coquimbo über den lichten Dornstrauch-Sukkulantenformationen des nordchilenischen Matorral (vom spanischen „Gebüsch“) mit auffälligen Puyagruppen (scharfbewehrten meterhohen Ananagewächsen), Eulychiagestrüppen (langdornigen Kriech- und Säulenkakteen) und Adesmiabüschen (grauen kleimblütigen Schmetterlingsblütlern), um nur einige wichtige Bestandsbildner zu nennen. Auf

<sup>1)</sup> Der spanische Ausdruck Loma bedeutet eigentlich Hügel, und hier im besonderen jene Küstenhühen, nicht sonderlich hohen Berge, an denen sich die Stratuswolken stauen, welche an der Grenze der über dem Pazifik entstehenden, relativ kühlen Luft gegen die darüberliegende Warmluft auftreten und in Meeresnähe die Sonne oft monatelang nicht durchdringen lassen.



Karte: Lage der wichtigsten nordchilenischen Nebeloasen.

1 - Vegetationsgebiet der subtropischen xerophytischen hochandinen Pflanzenformationen, 2 - Wüstengürtel, 3 - Vegetationsgebiet der subtropischen Zwergstrauchformationen des sogenannten Kleinen Nordens, 4 - Vegetationsgebiet der Frühlingshygrophytenreichen Dornstrauchformationen des Kleinen Nordens, 5 - Vegetationsgebiet der subtropischen Sukkulantenformationen des Kleinen Nordens.



Bild 1: Nebelstimmung in der Waldloma von Fray Jorge (Hauptart: *Aextoxicum punctatum* Ruiz et Pav.).

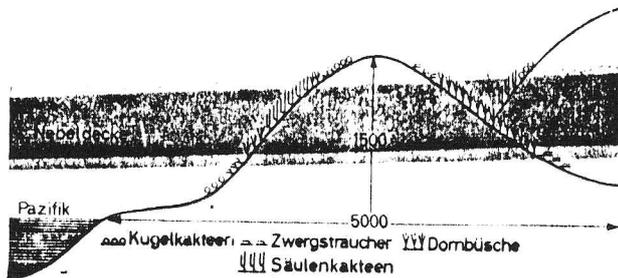


Bild 2: Vegetationsprofil des Cerro Moreno auf der Halbinsel Mejillones nördlich Antofagasta (dunkle Zon. = auch über Mittag anhaltender Hochnebel).

Bild 3: Säulenkaktus mit Bartflechtenbehang vor einer Nebelkulisse am Cerro Moreno.



dem westlichen Bergkamm lagert, schon von weitem sichtbar, zumeist eine Wolkenbank. Mit zunehmender Hanghöhe bereichern rotblühende Fuchsenbüsche (*Fuchsia lycioides* Andr.), gelbleuchtende Leguminosenbäumchen (*Cassia stipulacea* Ait.) und hellviolette Eupatorienbestände (*Eupatorium glechonophyllum* Less.) die Strauchvegetation. Das Frühjahr verdeckt die umfangreiche Vegetationslücke mit einem Meer großblütiger Orchideen, Lilien, Portulak, Malserbieren und Glockenwinlenarten.

In etwa 500 m Meereshöhe tauchen aus den Nebelschwadern die ersten Baumgruppen auf und endlich: der Nebelwald. Der Unterschied zwischen dem sonnendurchglühten Matorral mit seinen Xerophyten, die mit sämtlichen Schutzrichtungen der Wüstenpflanzen ausgestattet sind, und dem kühlen dämmrigen feuchten Waldesinneren mit schwellenden Moospolstern und wehenden Flechtenbärten ist so verblüffend, daß man sich in einem Märchenwalle wähnt (Bild 1). Hauptarten sind hier immergrüne Laubbäume vom Magnolien-, Lorbeer- und Myrtenart: Tique (*Acatoxicon punctatum* Ruiz et Pav.) Ohvillo (*Myrcogenium correaefolia* [Hook. et Arn.] Berg und Canelo (*Drymis winteri* Forst.). Dazwischen ranken großblättrige Lianen (*Griselinia scandens* [Ruiz et Pav.] Taub.). Zierliche Schattenpflanzen (*Peperomia coquimbensis* Skotts., *Mitraria coccinea* Cav., *Hymenophyllum pellatum* [Poir.] Desv.) bedecken Boden, Stämme und Blätter. Allerdings erreicht dieser „nördlichste Wald Chiles“ nur eine Ostwestausdehnung von günstigstenfalls einem knappen Kilometer, während er sich, dem Kammverlauf der Küstenhöhen folgend, mit Unterbrechungen über einige Kilometer erstreckt.

Ganz anders präsentieren sich die Sukkulenteoasen von Paposo und Taltal in der Provinz Antofagasta, die bereits in der Vollwüste liegen (Karte). Von der Meeresküste gegen die Küstenkordillere östlich ansteigend, zeigt sich ein Zwergkakteengürtel, dessen charakteristische Art eine koloniebildende blaugrüne Kugelkaktus (*Echinocactus cinereus* Phil.) ist (Bild 2). Gegen den Hangrand dieses lockeren monotonen Pioniergürtels treten immer häufiger Lecherobüsch (*Euphorbia lactiflora* Phil.) und zahlreiche Zwerg- oder Dornsträucher auf, die – zumindest habituell – schon aus dem die Nebelwälder umgebenden Matorral bekannt sind, so zum Beispiel halbsukkulente Glockenwinden (*Alibrexia incana* Phil., *Osteocarpus rostratus* Phil.), die mit ihren himmelblauen oder dunkelvioletten Trichterblüten der Landschaft zeitweilig etwas von ihrer Herbe nehmen, aber auch harzige Korbblütler (*Bahia ambrosioides* Lag.), grazile Pantoffelblumen (*Calceolaria paposana* Phil.), frischgrüner Wüsten tabak (*Nicotiana solanifolia* Walp.) und duftende Heliotroparten (*Heliotropium floridum* de Cand.).

Weiter hangaufwärts beherrschen immer mehr Säulenkaktus (*Cereus coquimbensis* Mol., *Cereus nigripilis* Phil.) das F.d. die nicht nur dicht mit Band- und Bartflechten (Bild 3), sondern auch von Tillandsienarten (*Tillandsia landbeckii* Phil.) überwuchert sind (Bild 4) und daher einen für Kaktusbestände völlig ungewohnten Anblick bieten. Den oberen Abschluß der Sukkulenteoase bilden wiederum lechte Teppiche niedriger Kugelkaktus (*Echinocactus leucis* Phil., *Echinocactus occultus* Phil.). Die letzten Vegetationsposten der Nebelvegetation zwischen 800 und 1000 m Seehöhe stellen bunte Flechtenmosaiken auf den wild zerstreuten Gesteinstrümmern, die anzeigen, daß die Meeresnebel nor-

malerweise die Tausendmetergrenze nicht erreichen (Bild 5). Weiter im Osten steigt die völlig vegetationsfreie Küstenkordillere, in mehrere Längszüge gegliedert, bis gegen 2000 m an.

Im „hohen Norden“, zwischen Iquique und Arica in der Provinz Tarapacá, verschiebt sich das Bild noch einmal (Karte). Die Küstenoasen schrumpfen hier meist auf graugrüne Anflüge zusammen, die sich bei näherer Betrachtung als Überzüge verschiedener Strauchflechten (*Anaptychia leucomelaena* [L.] Wain., *Ramalina ceruchis* [Mont.] Nyl.) sowie Luftalgen (*Trentepohlia polycarpa* Nees.) entpuppen. Stellenweise vermögen sich als einzige Blütenpflanzen sogenannte Wandertillandsien (*Tillandsia humilis* Presl.) zu halten, die dem Boden locker aufliegen – Wurzelwerk wäre hier eher hinderlich – und dank besonderer Saugschuppen zur Wasserdampfaufnahme mit der gesamten Körperfläche befähigt sind. Bedeckten die Kakteenoasen im Zentrum des Untersuchungsgebiets noch jeweils mehrere Hektar Hügel-land, so liegen hier oftmals nur besiedelte Flächen von wenigen Ar vor.

Bisher sind etwa fünfundzwanzig jener Wald-, Sukkulenten- und Flechtenlomas in Nordchile bekannt. Als im Sinne moderner Vegetationsstatistik und Pflanzensoziologie untersucht, können allerdings nur diejenigen von Fray Jorge und Talinay gelten; doch auch dort werden noch ständig neue – zumeist niedere – Pflanzenarten aufgefunden. Dies mag verdeutlichen, wieviel botanische und ökologische Grundlagenforschung in diesen interessanten Gebieten noch zu leisten ist, möglichst bevor die Nebeloasen infolge unkontrollierter Materialentnahme und übermäßiger Beweidung noch weiter dezimiert werden, als es heute schon der Fall ist. Zwar sind einige wie Fray Jorge und Mejillones zu Nationalparks erklärt worden, aber es fehlt leider an Mitteln und Personal, um die notwendigen Schutzmaßnahmen wirksam durchzusetzen.

#### Eiszeit- oder Tertiärrelikte?

Im räumlichen Gesamtaspekt läßt sich also jeweils ein Vorspringen südlicherer Pflanzengesellschaften nach Norden beobachten: Die Nebelwälder ähneln in ihrer Zusammensetzung weitgehend den südchilenischen Regenwäldern, die Sukkulentoasen der die Nebelwälder umgebenden Dornstrauchsteppe, die Flechtenlomas der Randvegetation jener Kakteenoasen. Wie vernochten die Lomagewächse aber die Entfernungen von oft Tausenden von Kilometern von ihren ursprünglichen Verbreitungszentren zu überbrücken?

In Hinblick der Waldoasen werden hauptsächlich zwei Möglichkeiten diskutiert: Die einen halten für gesichert, daß Restvorkommen aus der letzten Eiszeit vorgehen, als der südchilenische Regenwald bis auf eine Höhe von etwa 30° südlicher Breite vorgedrungen sei. Während der nacheiszeitlichen Klimaverbesserung dann eine „Rückwanderung“ in den Südtel des Andenlandes erfolgt; in den durch ihre günstige Lage nördlicheren Nebeloasen habe sich die südliche Flora jedoch halten können. Der nördlichste und reichste Restbestand sei sich heutzutage auf den Höhen von Fray Jorge (Kottsbey, 1950).

Die anderen versuchen, die Nebeloasen auf die neoeuropäische Tertiärflora zurückzuführen; denn abgesehen davon, daß klimahistorische Untersuchungen nur geringe Feuchte- und Wärmeschwankungen während

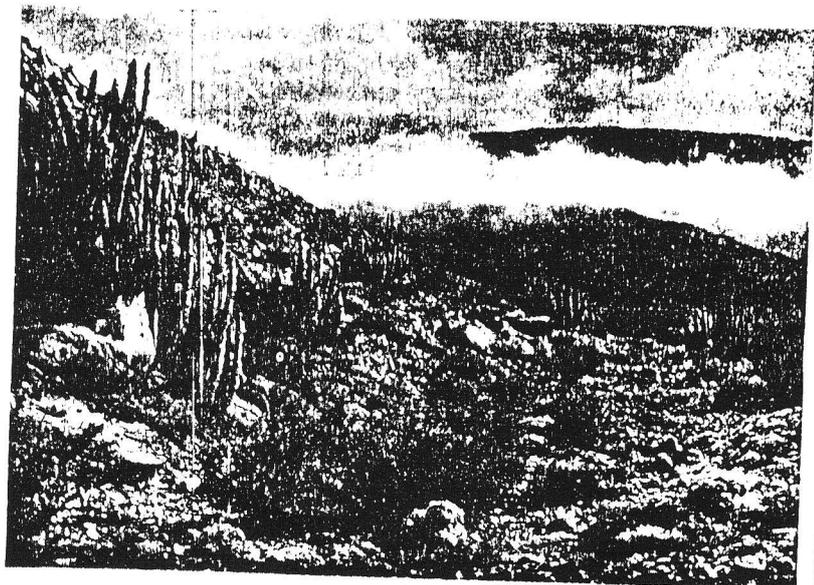


Bild 4: Tillandsienbestand an Säulenkakteen in der Nebelzone von Paposo.

Bild 5: An der Grenze zur oberen Kampfzone der Vegetation in der Nebeloase von Paposo.

der Eiszeit im Beobachtungsgebiet schließen lassen, darf nicht übersehen werden, daß etwa 40% der Blütenpflanzen des Waldes von Fray Jorge auch in den ebenfalls mehrere Tausend Kilometer entfernten Gebirgswäldern des bolivianischen, peruanischen und kolumbianischen Andenzugs vorkommen. Die Flechtenformen der Nebelwälder deuten sogar nach jüngst bekanntgewordenen Beobachtungen mit annähernd 60% zum Tropengürtel hin.

Außerdem müßten die Waldoasen, wären sie erst während der Eiszeiten entstanden, Florenelemente der zentralchilenischen Vegetationszonen enthalten, deren Siedlungsgebiet der Regenwald auf seinem „Fluchtweg“ dann notwendig durchquert hätte. Das Fehlen von Charakterarten der mittelchilenischen Hartlaubgesellschaften wird dagegen verständlich, wenn man ein voreiszeitliches Alter der Nebelvegetation von Fray Jorge und Talinay annimmt. Tatsächlich sind manche Baumarten der nordchilenischen Nebelinseln bereits in den alttertiären Kohlevorkommen von Coronel und Lota nachweisbar (Schmithüsen, 1956).



Bild 6: Bartflechten als Wasserkondensatoren im Nationalpark von Fray Jorge.

#### Wasserhaushalt und Klimaverbesserung

Wie immer diese Kontakte von Antarktis und Neotropis zustande gekommen sein mögen, die unbestreitbar interessanteste und wichtigste Seite des Lomaproblems ist die ökologische mit all ihren praktischen Konsequenzen. Der geschilderte spärliche Niederschlag kann kaum den begrenzenden Ökofaktor der inselförmig vorgeschobenen Vegetationskomplexe darstellen. Erst kürzlich wurden die ersten Nebelmessungen aus dem weitgespannten Untersuchungsfeld bekannt. Sie wurden wiederum in der Waldoase von Fray Jorge angestellt und zeigten verblüffende Ergebnisse: Unter einer Olivillokrone ergab ein Normregenschirm eine durch das Laubwerk kondensierte jährliche Regenmenge von etwa 1500 mm, während der wirkliche Niederschlag in diesem Zeitraum nur etwa den zehnten Teil dessen betrug; ein in einer Lichtung freistehender Nebelmessgerät zeigte annähernd 1300 mm an. Und eben dies sind die Niederschlagsmengen, welche auch aus dem südchilenischen Regenwald bekannt sind.

Zu einem beträchtlichen Anteil sind es also die Pflanzenbestände selbst (Bild 6), welche sich ihr eigenes „Niederschlagsklima“ schaffen: Unbewachsene Flächen bleiben am gleichen Standort fast unbenetzt, an dem Kräuter, Sträucher oder Bäume reichlich Wasser empfangen, ja, dem Untergrund sogar so viel Feuchtigkeit zuführen, daß sie damit Trockenperioden ohne Nebel-einfall zu überdauern vermögen. Die Nebelwasser-ausbeute ist in mehreren Fällen sogar so groß, daß am Fuße der Lomaberge Sickerquellen entspringen, die zum Beispiel bei Fray Jorge, Mejillones, Paposo und Talinay eine bescheidene Landwirtschaft ermöglichen.

Nun enthält aber ein Kubikmeter Nebelluft bei Normaldruck und 15 °C - also etwa mittlerer Lomatemperatur - bei einem Gesamtwassergehalt von annähernd 12 g nur etwa 0,5 g Tropfenwasser. Selbst wenn diese Wasser-tropfen vollkommen kondensiert werden könnten, er-

gäbe das kaum mehr als 0,0005 mm Niederschlag. Erst 2000 Nebelkubikmeter würden 1 mm „Nebelregen“ liefern. Dementsprechend kommt ruhende Nebelluft für die Wasserversorgung der Lomavegetation kaum in Frage, selbst dann nicht, wenn man die mögliche, experimentell noch nicht geklärte Mitwirkung elektrischer Spitzenladungen der Kakteen- und Strauchdornen und die hygroskopische Salzkruste mancher Lomagewächse berücksichtigt.

Tatsächlich herrscht jedoch in den Lomaformationen fast stets leichter Südwestwind. Nimmt man eine (niedrig gegriffene) Durchschnittsgeschwindigkeit von 1 m/sec an, so bewegen sich in einer Stunde 3600 m Nebelluft an einem beliebigen ruhenden Punkt vorbei, bei fünfzehnstündigem Nebelnefall, was keine Seltenheit ist, aber 50 km! Das kann allerdings die hohe Kondensationsausbeute nur teilweise erklären, denn lediglich die Randbestände der Lomagesellschaften kamen in den Genuß des „ausgekämmten“ Tropfenwassers, falls dieses nicht rasch regeneriert würde. Das geschieht aber tatsächlich an den Lomahängen: Der Wasserdampf der Nebelluft wird infolge Druckabnahme beim Aufsteigen zur Kondensation gezwungen. Außerdem kommen an steileren Hängen fast alle Pflanzen in den Genuß der Randwirkung, weil wenigstens ihre oberen Teile direkt von der heranströmenden Nebelluft berührt werden. Beides führt dazu, daß der Umsatz von windbewegtem Nebel in tropfenden Niederschlag an Berghängen auf viel größeren Flächen wirksam ist als in ebenem Gelände. Die Gestalt der Küstenhügel ist mithin von entscheidender Bedeutung für das Zustandekommen des Lomaphänomens.

In den gemäßigten Zonen bleiben derartige Hochnebel für das Pflanzenleben ziemlich bedeutungslos, weil sie sich hauptsächlich in einer Jahreszeit bilden, deren geringe Temperatur eine Vegetationsruhe erzwingt. In den nordchilenischen Nebeloasen herrschen dagegen auch während des Südwinters bei den denkbar besten Bedingungen für die Wasserversorgung aus der Nebelluft und infolge hoher Luftfeuchtigkeit stark gedrosselter Boden-wie Körperverdunstung zugleich recht vorteilhafte Wärme- und Lichtverhältnisse für Entwicklung und Wachstum.

Flechtensoziologische Untersuchungen haben Hinweise darauf gegeben, daß auch die den heutigen Lomas nahe-liegenden, gleichfalls vom Hochnebel bestrichenen kahlen Höhenzüge in früheren Zeiten begrünt waren. Die Re-generation dieser Pflanzenbestände - möglichst mit bodenständigen Arten - erscheint deshalb als dringende Aufgabe. Sie ist es weniger im Hinblick auf den zu erwartenden Holzsertrag oder die damit verbundene Verbesserung der Wasserversorgung der Krautschicht, die für die Weidewirtschaft bedeutungsvoll wäre; durch eine Wiederbegrünung dieser Höhenzüge ließe sich auch die ständig um sich greifende Bodenerosion aufhalten und vor allem - das wäre die wichtigste Folge - das benärgstigt trockenere werdende Lokalklima verbessern. DK 631.458

Schrifttum: 1) E. Oberdorfer: Die Wiesenlandschaft Südchiles. Umschau 60 (1960) S. 370. - 2) E. Poeppig: Reise in Chile, Peru und auf dem Amazonas-strome, Leipzig, 1835. - 3) J. Schindhusen: Die räumliche Ordnung der chilenischen Vegetation. Bonner geograph. Abh. 17 (1956) S. 1. - 4) C. Skottsberg: Apuntes sobre la flora y vegetación de Fray Jorge. Medd. Göteborgs bot. Trädg. 28 (1950) S. 1.