

GEOGRAPHISCHE BEOBACHTUNGEN AUF EINER FORSCHUNGSREISE IN CHILE¹⁾

WOLFGANG WEISCHET

Mit 6 Abbildungen und 8 Bildern

Resumen

En el informe se dan a conocer principalmente observaciones geomorfológicas y climatológicas de la zona comprendida entre Chiloë y el Norte Chico. Son estas observaciones que hasta ahora no habían sido entregadas a la publicación y fueron realizadas en mi actividad como hoesped-investigador de la Universidad de Chile.

Del volcán Llaima se anotan observaciones sobre los siguientes puntos: constitución orográfica, fronteras de vegetación, límite de nieves eternas y fenómenos de soliflucción.

Con ayuda de mapas esquemáticos se caracteriza la constitución geomorfológica de la zona montañosa de Valdivia, y se intenta dar cuadro sinóptico de la Región de los Lagos en base a sus unidades geomorfológicas.

Observaciones en Osorno y Calbuco dieron como resultado que la altura de las nieves eternas es de 1900 m NN, es decir 300 m más alto que lo indicado en la literatura alemana.

Mediciones de la inclinación de los árboles y observaciones de la gradual deformación de sus copas desde Chiloë hasta el río Laja se comparan con las diagramas de frecuencia de la dirección de los vientos y esto junto con hechos climáticos, geomorfológicos, hidrológicos y de la geografía de los cultivos, sirve como base para una discusión sobre la frontera sur de la zona subtropical en Chile.

Finalmente se anotan observaciones sobre terrazas de ríos y terrazas costaneras en la región del Norte Chico. Las alturas de estas últimas se comparan en una tabla con las alturas obtenidas en la literatura de terrazas costaneras de otras partes de Sudamerica, Norteamerica y Europa. A mis anfitriones hago llegar mis mejores agradecimientos por su amable acogida y su inestimable ayuda.

Geographical observations made during field studies in Chile

Summary: In addition to the general conclusions drawn from specific investigations, this report communicates the results of geomorphological and climatological observations between Chiloë and the "Little North".

¹⁾ Der Deutschen Ibero-Amerika-Stiftung, besonders Herrn Prof. Dr. ADOLF MEYER-ABICH, fühle ich mich für die Vermittlung der Reise, der Deutschen Forschungsgemeinschaft für Ausrüstungs- und Reisebeihilfen und vor allem für die Überwindung der Beurlaubungsschwierigkeiten sehr zu Dank verpflichtet. In der Universidad de Chile schulde ich einer großzügigen Gastgeberin, in ihrem Rektor, Don JUAN GOMEZ MILLAS, sowie dem damaligen Direktor des Instituto de Geografía, Don HUMBERTO FUENZALIDA VILLEGAS, verständnisvollen, aufgeschlossenen und hilfsbereiten Förderern herzlichen Dank. Dankbar verbunden fühle ich mich speziell auch vielen Freunden, Gastgebern und Kollegen, die ich nicht alle mit Namen nennen kann, sowie der verpflichtenden chilenischen Liebenswürdigkeit ganz allgemein, die vom Intendente der Provinzen über den Carabinero bis zum Ovejero oder Caminero reicht.

With regard to the Llaima volcano, observations on its orography, the boundaries of its vegetation zones, its snow lines and solifluction phenomena are reported. By means of sketch maps the geomorphology of the Valdivia mountain region is characterized and an attempt is made to divide on a geomorphological basis the de los Lagos region into its natural units. Observations on the Osorno and Calbuco mountains resulted in establishing the present climatic snowline at 1900 m., i. e. 300 m. higher than the value usually quoted.

Measurements of the inclination of trees and observations of the gradual decline of tree crown deformation from Chiloë to the Rio Laja are compared with the frequency diagrams of wind directions at the meteorological stations and are used, together with other climatological, geomorphological, hydrological and human-geographical facts to discuss the location of the southern boundary of the sub-tropics in Chile.

Finally, this report contains observations of terraces and raised beaches in the "Little North". In a table the latter are compared with the altitudes of raised beaches, as quoted in publications, for other parts of South America, as well as North America and Europe.

The author wishes to thank his Chilean hosts for their kind reception and always forthcoming assistance.

Die Aufgabe dieser Mitteilung möge darin bestehen, erstens einen Überblick über die Reise- und Exkursionsgebiete, vor allem über die Hauptarbeitsräume (s. Abb. 1) und die dort verfolgten speziellen Problemstellungen zu geben, zweitens diese Ergebnisse in einen weiteren landeskundlichen Rahmen zu stellen, und drittens besonders solche speziellen Beobachtungen zugänglich zu machen, die nicht oder noch nicht zu eigener zusammenfassender Bearbeitung auserseren sind, die aber im aktuellen Interessenbereich anderer Kollegen jetzt nützlich sein können.

Die Forschungsreise basiert auf einer durch die Deutsche Ibero-Amerika-Stiftung vermittelten Einladung als Gastforscher seitens der Universidad de Chile. Sie dauerte fast genau ein Jahr. Davon entfielen acht Monate (Januar 1956 bis August 1956) auf den Aufenthalt in Chile, zwei Monate (September und Oktober 1956) auf eine Übersichtsreise in Bolivien, der Rest auf die Überfahrten.

Die Ausreise nach Valparaiso erfolgte am 19. November 1955. Die Rückreise von Antofagasta aus wurde am 24. November 1956 in Antwerpen beendet.

Bald nach der Ankunft wurde mit den Herren der Universidad de Chile das von Deutschland aus eingereichte Forschungsprogramm näher be-

sprochen. Die Feldarbeiten sollten gleichzeitig der Einführung chilenischer Kollegen in spezielle Arbeitsmethoden dienen.

Der übergeordnete Gesichtspunkt für die Auswahl der Arbeitsräume war der, außer der Bearbeitung einzelner Probleme in der Aneinanderreihung der Beobachtungen in den verschiedenen Arbeitsgebieten die Möglichkeit zu einer vergleichenden Betrachtung wenigstens einer Reihe von Landschaftsgürteln in klimatologischer, pflanzengeographischer und geomorphologischer Hinsicht zu bekommen. Ich glaube, daß mir das vor allem dank der Tatsache gelungen ist, daß mir die Universidad de Chile für die Arbeiten außerhalb von Magallanes dankenswerterweise einen Jeep zur Verfügung stellte. So konnte ich auch die Zwischengebiete und am Ende meines Aufenthalts den Kleinen und Großen Norden in Übersichtsreisen kennenlernen und dabei Ansatzpunkte für

einen weiteren Ausbau der später zu besprechenden geomorphologischen Profile erkunden.

Die zeitliche Einteilung war die, die Sommermonate für Südhile auszunutzen und vor dem nahenden Winter nach Norden auszuweichen. Begünstigt wurde ich in Südhile durch eine ausfallend stabile Witterung, die alle Ähnlichkeit mit dem mitteleuropäischen „Altweibersommer“ hatte. So wurde das Ende der Feldarbeiten im Süden weniger von der Regenzeit bestimmt, als von der Tatsache, daß im Südteil der Subtropenzone Ende Juni hartnäckige Bodennebel auftraten, die sich nur für wenige Stunden am Tage auflösten und dadurch den weiteren Aufenthalt hinsichtlich der Geländearbeit unökonomisch machten.

Über die Arbeiten in Ultima Esperanza liegt ein Bericht vor (WEISCHET 1957). Die Ergebnisse der geomorphologischen Untersuchungen in der

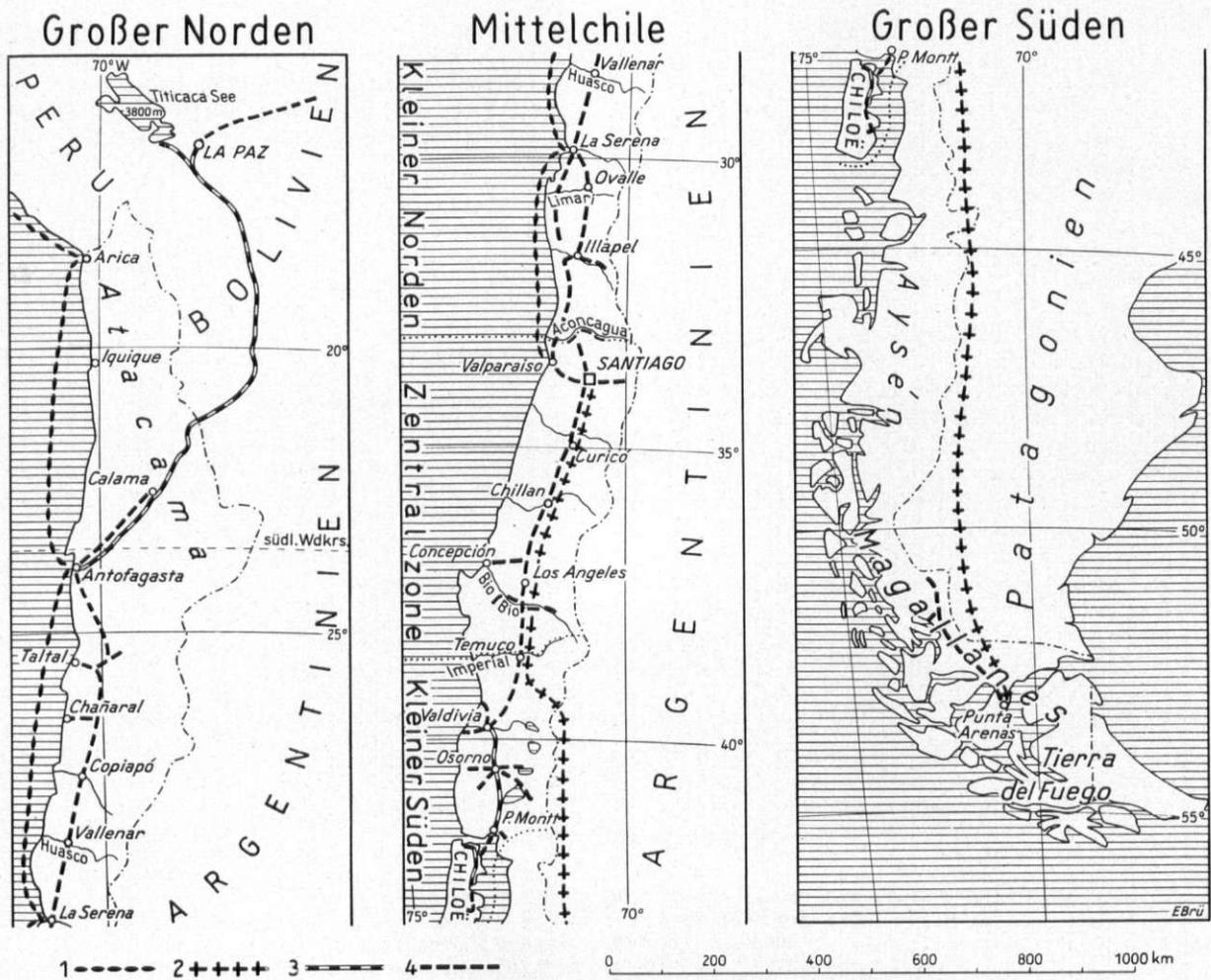


Abb. 1: Chile, Übersichtsgliederung mit Reisewegen.
 1. Schiffs-, 2. Flug-, 3. Bahnreise; 4. Fahrten mit Jeep oder Geländebegehungen.

südchilenischen Längssenke bei Osorno und am Rio Bio-Bio wurden anlässlich des Deutschen Geographentags in Würzburg vorgetragen und in zwei speziellen Abhandlungen niedergelegt (WEISCHET 1958a, 1958b). Vor dem Abschluß steht nach der sedimentpetrographischen Aufbereitung des Probenmaterials die Untersuchung über die periglaziale Formengestaltung des Küstenberglandes nahe Valdivia und nahe Concepción. Es sei auf diese Darstellungen verwiesen und im Folgenden Mitteilung von den davon unabhängigen Beobachtungen in itinerarmäßiger Form gemacht.

I. Beobachtungen am Vulkan Llaima (Frontera)

Am 1. April 1956 unternahm ich zusammen mit dem Geologen Dr. ZEIL, München, eine Besteigung des Vulkans Llaima (3124 m) ostwärts Temuco. Ausgangspunkt für den Aufstieg war ein Refugio an der Westseite des Berges in ungefähr 1450 m Höhe. Dorthin hatte uns lebenswürdigerweise der deutsche Konsul in Temuco, Herr ARTURO MEISSNER, mit dem Auto gebracht. Das Refugio liegt im Bereich des Araucariengürtels, welcher bei 1200 m NN beginnt und bis zur oberen Baumgrenze bei 1750 m reicht. Im tieferen Teil sind die Araucarienbestände mit immergrünen sowie laubwerfenden Südbuchenarten gemischt und relativ stark von der Quila (*Chusquea quila*) durchsetzt. Gegen die obere Waldgrenze treten reine Araucarienbestände auf. In 1800—2000 m Höhe dehnt sich auf der Westseite des Llaima (ähnlich wie die Piano am Vesuv) eine ca. 3 km breite, relativ sanft nach außen fallende schiefe Ebene, welche von einem Labyrinth von Firn, Gletschern und ausgeaperter vulkanischer Asche bedeckt ist. In ihr liegt in 1850 m ein von Moränen aufgestauter See. Die letzte höhere Vegetation wurde in 1950 m auf einem Moränenwall angetroffen. Auf allen geneigten aperaturen Flächen vollzog sich eine lebhaft Kammessolifluktion. Strukturböden wurden aber auf den Moränen nicht gefunden. Die vulkanischen Sande scheinen dafür schlechte Vorbedingungen abzugeben. Aus der schiefen Ebene erheben sich am Nordwestrand 3 Restberge sowie im Osten der Doppelkegel des Llaima. Der nördliche Hauptgipfel (3150 m) trägt den noch tätigen Krater. Alle 10 bis 15 Minuten stößt dieser eine braunschwarze Rauchwolke aus. Die letzte Ascheneruption hatte im Januar 1956 stattgefunden. Der Krater im südlichen Nebengipfel (3050 m) ist nicht mehr aktiv. Der Sattel zwischen beiden Gipfeln liegt in 2800 m. Die Schneegrenze wurde nach der Gipfelmethode und nach der Ausaperungslinie der Obermoräne zwischen 2200 und 2300 m bestimmt. Die Ostflanke des Llaima ist bis tief ins Tal herab

von den Aschen der rezenten Eruptionen bedeckt, während die Westflanke im wesentlichen davon freigeblichen ist, ein Hinweis auf die hier vorherrschenden westlichen Höhenwinde. Das nichtvulkanische Bergland im Osten hat überall oberhalb 1200 m NN alpine Formen und ist von deutlichen Trogtälern durchzogen. Im Westen sind dem Llaimasockel abgeschnittene und radial zertalte Abdachungssegmente vorgelagert, die zusammen mit der schiefen Ebene und den asymmetrischen Restbergen an deren Westrand (Calderareste?) den Eindruck erwecken, als ob der gegenwärtige Vulkan als neuer Kegel auf einen von der Erosion aufgeschnittenen flachen Kegelstumpf von bedeutend größerer Grundfläche aufgesetzt ist.

Unterhalb der Baumgrenze sind auf den nicht verwitterten Aschenschichten der Westseite zwischen 1700 und 1500 m an Hängen von 8° Neigung Solifluktionsterrassen von 15—18 cm Stufenhöhe und 40 bis 80 cm Stufenbreite ausgebildet. Die spärliche Vegetation ist eng auf die Terrassenkanten beschränkt. Ist über den Aschen ein Verwitterungsprofil vorhanden und somit die Rasendecke stärker, so sind in derselben Höhenlage keine eindeutigen Solifluktionsterrassen mehr zu finden.

II. Arbeiten im Küstenbergland von Valdivia

Am 6. April habe ich meine Geländearbeiten im Küstenbergland von Valdivia aufgenommen²⁾.

Über den Formenschatz dieses Gebietes ist in der Literatur sehr wenig bekannt geworden. So wird in der neuesten und ausführlichsten Darstellung von FUENZALIDA (1950) im wesentlichen angegeben, daß es sich um ein relativ schmales Bergland handelt, das in vielen Teilen als zerschnittene Hochfläche von großer Regelmäßigkeit mit Höhen von 300 bis 600 m entgegentritt. Die Gründe für die geringe Kenntnis liegen nahe. Wer in diesem Bereich geomorphologisch oder gar geologisch zu arbeiten gedenkt, sieht sich zwei ernststen Schwierigkeiten gegenüber. Erstens sind die Kartenhilfsmittel unzureichend. Die neue Carta preliminar im Maßstab 1:250 000 mit ihrer sehr generalisierten Isohypsendarstellung resultiert erst aus US-amerikanischen Luftaufnahmen während des letzten Weltkrieges und ist nur als rohe topographische Übersicht brauchbar. Und zweitens scheint die Verwitterungsdecke über dem Anstehenden unergründlich. In den normalen natürlichen Aufschlüssen tritt überall nur gelber bis rotbrauner, strukturloser, zäher Lehm entgegen. Wie verbreitet dieser ist, möge folgende spezielle Beobachtung erläutern: im Hintergrund des Kerbtales bei der Eisenhütte am Pazifikhafen Corral (westlich Valdivia) findet man an Talhängen, die in europäischen Mittelgebirgen auf Grund ihrer Steilheit kaum eine Schuttdecke tragen würden, nur selten anstehendes Gestein. In 200 m NN ist an diesem

²⁾ Ich genoß dabei die freundliche Hilfe und Unterstützung der Universidad Austral, ihres Rektors, DON EDUARDO MORALES MIRANDA, des Vizerektors, DON VICTOR KUNSTMANN H., sowie der deutschen Kollegen ERNST KILIAN und H. G. SCHWABE. Ihnen allen sei auch an dieser Stelle gedankt.

Hang in einem Holzabschlepphohlweg mit eingeschnittener Spülrinne mehr als 3 m fast steinloser Verwitterungslehm aufgeschlossen, obwohl die mittlere Hangneigung nahezu 40° beträgt, der Bach 150 m tief eingeschnitten ist und die hydrographische Entfernung zum Ozean keine 600 m beträgt.

Die so manifestierte intensive chemische Verwitterung ist eine Folge des speziellen Klimacharakters des Kleinen Südens. SCHWABE (1952 und 1956) hat diesen hinsichtlich der Temperatur in Zusammenhang gebracht mit der „Diskordanz“, die zwischen den Strahlungsverhältnissen und der vom kalten Küstenwasser beeinflussten Lufttemperatur besteht. In seiner Grundursache, dynamisch-klimatologisch gesehen, muß man ihn wohl auffassen als Ergebnis der Überlagerung eines allochthonen Zirkulations- bzw. Witterungsklimas der ozeanischen Mittelbreiten mit seinen ganzjährigen Niederschlägen von erheblicher Menge (mittlerer Jahresniederschlag in Valdivia 2800 mm) und seinem ausgeglichenen, frostfreien Temperaturgang (Monatsmittel der Lufttemperatur zwischen $16,7^\circ$ und $7,4^\circ$) über ein autochthones, subtropisches Strahlungsklima (Valdivia liegt auf ungefähr $39^\circ 45'$ Süd), das sich vor allem in der thermischen Begünstigung des Boden- und Mikroklimas ausdrückt. Diese Klimakomposition wirkt sich außer in der chemischen Gesteinsaufbereitung noch in vielen Schichten der biologischen Sphäre (siehe SCHWABE 1956) aus. Um sie auch einmal in Meßergebnissen aufweisen zu können, ist die Anlage von Bodenklimastationen von großer Bedeutung. Der Anfang ist durch SCHWABE nach ersten Meßreihen in den Subtropen bei Mininco nun in Valdivia gemacht worden. Einen zweiten Satz von Bodenthermometern habe ich während meines Aufenthaltes bei der Escuela Superior de Agronomía in Osorno eingebaut.

Morphologisch gesehen wird das Küstenbergland um Valdivia von 4 Formengruppen beherrscht (Abb. 2). Drei sind stockwerkartig übereinander angeordnet: unten breite, terrassierte Aufschüttungstalböden der Haupttäler in Höhenlagen bis 40 m NN, darüber ein unteres Stockwerk des Schieferberglandes mit steilen, von Leisten und Terrassenresten gegliederten Berghängen, die oberhalb von 90–100 m NN von sanften Böschungen, später von ausgedehnten Verebnungsflächen abgelöst werden. Die 4. Formengruppe ist das mit vorwiegend konvexen Talhängen in Flächen und Berghänge nachträglich scharf eingeschnittene Kerbtalnetz der Nebenbäche. In den Flächensystemen herrschen zwei Höhenlagen vor. Die untere begleitet die großen Täler und steigt von 240/250 m im Bereich der Trichtermündung des Rio Valdivia auf 300 m im Hintergrund der Taläste des Rio Angachilla. Die obere dehnt sich mit ganz sanfter Wölbung abseits der Durch-

brüche in 400 bis 500 m. Im Bereich beider Verebnungsflächen wurden oberhalb Corral und bei Santo Domingo ähnlich wie in deutschen Mittelgebirgen z. B. (vgl. LOUIS 1953) umgelagerte Reste von Kaolin und wechselnd mächtige Bedeckung mit Quarzschottern festgestellt. Bemerkenswert, und bei der allenthalben überaus mächtigen Verwitterungslehmdecke auch etwas rätselhaft, ist die Tatsache, daß sowohl auf der oberen Verebnung in 400 m NN bei Corral, als auch auf der unteren, in 290 m NN auf der Kulmination des vom Tal des Rio Angachilla abzweigenden Weges nach Santo Domingo, unter nur 20–30 cm mächtigen Resten einer Quarzschotterdecke der kristalline Schiefer nahezu unverwittert ansteht.

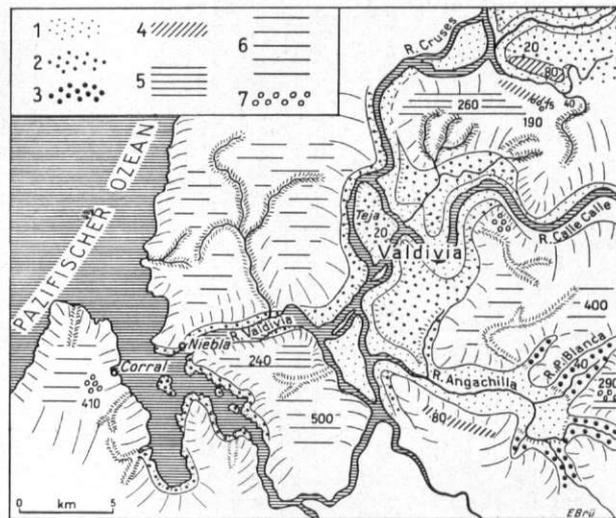


Abb. 2: Geomorphologische Übersichtsskizze des Berglandes um Valdivia.

1. Talauen und 10-m-Terrasse; 2. 20-m-Talboden-Terrasse; 3. 40-m-Terrasse oder Talfüllung; 4. 80-m-Hangterrasse; 5. Hochflächen des 240- bis 290-m-Niveaus; 6. Hochflächen des 400- bis 500-m-Niveaus; 7. Quarzschotterdecken.

Reine Quarzschotter finden sich auch in Resten von Terrassenkörpern im Niveau der beiden Hangterrassen bis 40 m NN (z. B. am Nordabfall des Zwischentalriedels zwischen Rio Calle-Calle und Rio Cruces, am Austritt des Rio Calle-Calle aus seiner Durchbruchsstrecke an der Ostseite des Flußschlingenbeckens von Valdivia und im Tal des Rio Piedra Blanca). Es sind, soweit sich reine Quarzschotter faziell vergleichen lassen, dieselben, die auch im Tertiärgraben von Catamutún über der Kohle aufgeschlossen sind. Über das Alter läßt sich noch keine fundierte Angabe machen. Zu erwägen wäre die zeitliche Parallelisierung mit den von BRÜGGEN (1950 S. 189 ff.) für zahlreiche Punkte beschriebenen und als pliozän datierten Ablagerungen auf der sog. „Terraza principal“. Diese hat wie bei Matanzas am Rio Rapél ca. 260 m Meereshöhe, kann also mit dem unteren Niveau im Valdivianischen Bergland korrespondieren. Außerdem besteht eine gute Übereinstimmung mit einer marinen Verebnungsfläche in 200–320 m bei Cobquecura ($36^\circ 07'$, Prov. Nuble), die

FUENZALIDA (1951) beschreibt. Nach ihm weist dort die Terrassentreppe Abrasionsniveaus in 30/40—60/80 m, in 90—160 m und in 200—320 m auf. Die untere Terrasse schneidet jungtertiäre Schichten. Vom Ende der höchsten Terrasse bei 300 m beginnt das hügelige Bergland, dessen Oberfläche F. als präpliozän angibt, wohl als Folgerung aus der Tatsache, daß die 260-m-Fläche bei Matanzas nach BRÜGGEN (1950) noch eine Pliozänbedeckung aufweist. Man muß aber auch mit starken lokalen tektonischen Verstellungen rechnen, wie die Einlagerungen der Kohle im Schieferbergland bei Catamutún zwischen 70 und minus 25 m NN und auch die Tertiärablagerungen am Wasserwerk ostwärts Valdivia in ca. 30 m NN beweisen. Um über die allgemeine geomorphologische Feststellung hinaus Einzelheiten der ältesten Formengenesen zu klären, sind erst noch geologische Vorausarbeiten notwendig. (Weitere Ausführungen zur Frage der Küsten- und Flußterrassen s. S. 20.)

Meine speziellen Bemühungen galten der jüngeren geomorphologischen Entwicklung im Pleistozän, ausgedrückt durch die fluviatile Gestaltung der unteren Teile der Talhänge und des Talbodens sowie durch die denudativen Vorgänge, die zur Ausbildung der vorauf angedeuteten Hangschuttdecken geführt haben. Die Geländeaufnahmen dazu wurden vorwiegend an dem Zwischentalriedel vorgenommen, der das Becken von Valdivia von der Talebene des Rio Cruces trennt und der im Zuge des Ausbaues des Camino longitudinal in einer großen Zahl tiefreichender Abgrabungen vorzüglich aufgeschlossen ist. Ergänzt wurden die Beobachtungen im oberen Teil des Angachilla-Tales an der Fortsetzung des Camino longitudinal nach Süden gegen La Union. Nach der Aufarbeitung der zahlreichen Sedimentproben steht die spezielle Ausarbeitung der Ergebnisse vor dem Abschluß. Danach sind 4 verschiedene Terrassenniveaus auszuscheiden, zwei Hangterrassen in 75—80 und 40—45 m sowie zwei Talbodenterrassen in 20 und in 10 m NN.

Nur die oberste Terrasse zeichnet sich durch einen charakteristischen Schotterkörper aus. Er besteht am Nordhang des Zwischentalriedels aus zwei Teilen; einem Paket reiner Quarzschotter (1—2 m), das ursprünglich in einer Mächtigkeit von 12—13 m zwischen ca. 73 und 85 m abgelagert wurde und dann in 75 bis 80 m angeschnitten, untermischt und überlagert wurde von einer zweiten Decke aus bunten Vulkanitgrobshottern. Diese Vulkanitgrobshotter sind nach den aufbauenden Komponenten und nach dem Verwitterungsgrad identisch mit jenen, welche am Ostabfall des Küstenberglandes gegen die Längssenke die (in WEISCHET [1958] beschriebene) Rahue-Moräne zum großen Teil aufbauen. Das in einigen Metern Abstand zwischen 40 und 45 m doppelt ausgebildete untere Hangterrassenniveau ist am Nordabfall des Riedels durch eine Felsterrasse markiert, in deren Verwitterungsschlot eine mustergültige fossile Frostspalte erhalten und die von einer Hangschuttdecke überlagert ist. Am Südrand der Talebene des Rio Cruces wird das Niveau durch Plattenreste und im Tal des Rio Piedra Blanca (Seitental zum Rio Angachilla) durch einen nachträglich zerschnittenen Aufschüttungstalboden gekennzeichnet. In den wenig tiefen Aufschlüssen am Rio Cruces findet sich überall nur tonhaltiger Feinsand, im Tal des Rio Piedra Blanca eine bis 4 m mächtige, sandhaltige Quarzschotterdecke.

Die 20-m-Talbodenterrasse ist vor dem Nordfuß des Zwischentalriedels in große Platten zerschnitten, sie entspricht aber auch dem am breitesten ausgebildeten Niveau im Becken von Valdivia (z. B. Isla Teja) (vgl. Bild 1) und läßt sich den Rio Valdivia abwärts bis in die Bucht von Corral verfolgen. BRÜGGEN (1950) hat sie bei Niebla als „Cancagua-Terrasse“ beschrieben, ihr Sediment als tonhaltigen Sandstein bezeichnet, der mit Muscheln durchsetzt ist. Er hält die Terrasse für die Folge eines um 20 m höheren Meeresspiegels „während einer der letzten Vereisungsperioden“. Der Deutung der Terrasse als eustatisch bedingt muß man sich anschließen, weil auch abseits des eigentlichen Talzuges in der südlichen inneren Bucht von Corral das 20-m-Niveau rings um alle Inseln und Vorgebirge als deutliche Plattform ausgebildet ist und weil der Auffüllungskörper talauf im Becken von Valdivia und im Tal des Rio Cruces aus horizontalen Bänken schotterloser Feinsedimente besteht. Es sind das in den tieferen Lagen graugelbe, stark tonhaltige Feinsande und Schluff, darüber braune schluffhaltige Tonschichten, die nach verschwemmten Staubtuffen aussehen, wie sie die Jungmoränen am Westrand der Andenrandseen und die zugehörigen Übergangskegel bedecken. In diese weiten Platten ist entlang der Flüsse eine weitere relativ schmale Terrasse 10 m tiefer eingeschachtelt, die ihrerseits von der heutigen Talsohle noch einmal 2—3 m tief zerschnitten ist, am Rio Cruces selbst unter Zwischenschaltung einer Hochwasserterrasse, der im Winter überfluteten sog. „Vega“.

Hinsichtlich der zeitlichen Einordnung in eines der letzten Glaziale befriedigt aber die Aussage BRÜGGENS noch wenig. Sowohl die 20 m- als auch die 10 m-Terrasse sind an der südamerikanischen Westküste als Küstenterrassen regelhaft anzutreffen (s. S. 21). Ihrer Parallelisierung mit altweltlichen Eustasieterassen stehen noch erhebliche Schwierigkeiten und Kenntnislücken im Wege. Doch kann man wohl aus Analogiegründen als wahrscheinlicher annehmen, daß die Akkumulationen die Folgen interglazialer Meereshochstände sind. Die 20 m-Terrasse korrespondiert ausgezeichnet mit der sog. „Lobitos-Terrasse“ an der peruanischen Küste und mit dem „Main Monasterian“, dem höheren Niveau von Thyrrenian II ZEUNERS (1952), im Mittelmeergebiet. SUTER (1922) stellt das Niveau ins Mindel-Riß-Interglazial, ZEUNER (1952) für die europäischen Küsten ins Riß-Würm-Interglazial. Das stimmt mit der Beobachtung überein, daß talauf am Rio Cruces-San José südwestlich Loncoche am Talhang ab 15 m über dem Flußspiegel 12 m Solifluktionslehm der letzten Kaltzeit aufgeschlossen sind, die letztglaziale Flußsohle also schon tiefer als 15 m über der gegenwärtigen eingeschritten gewesen sein muß.

Schotterkörper von demjenigen Typus, welchen die letztglazialen Aufschüttungen in der zentralen Längssenke darstellen, finden sich im Mündungsbereich des Rio Valdivia an der Oberfläche nicht. Sie sind möglicherweise unter den Interglazialablagerungen vergraben.

An den Hangschuttdecken wurde zunächst makroskopisch im Gelände und an Hand der mitgebrachten Proben in-

zwischen auch mit sedimentpetrographischen Hilfsmitteln³⁾ der Versuch ihrer stratigraphischen Gliederung unternommen. Es lassen sich unter der Voraussetzung, daß die jeweils jüngere Decke das Aufbereitungsprodukt der vorhergehenden älteren ist, nach dem Aufbereitungszustand vier verschiedene Hanglehne unterscheiden. Sie beginnen in der ältesten Decke mit einer Mischung zersetzten, klastischen Schieferschuttes mit Resten einer kaolinhaltigen Verwitterungsrinde. Darüber folgt über einer Aufbereitungszone ein gelber, an Quarzkies und Schieferfragmenten reicher Lehm mit hohem Schluff- und 20%igem Tonanteil. Eine Quarzkiessohle bildet die Grenze zur dritten Lehmdecke von gelb-roter Farbe mit ca. 50% Ton. Und über einer neuen Quarzkiessohle folgt viertens ein rotbrauner, zäher schluffhaltiger Lehm mit einigen Quarzen, jedoch ohne Schieferfragmente mit ca. 70% Tonsubstanz. Die Gesamtmächtigkeit der Decken kann vielerorts über 6 m betragen.

Fossile Frostbodenphänomene wurden im Bergland um Valdivia relativ wenig gefunden. Nur zwei schmale Frostspalten von 2–3 cm Breite und 40 bzw. 60 cm Tiefe wurden aufgeschlossen. Die erstere lag am Grunde der o. g. 42 m-Terrasse, die zweite in den oberen Teilen der ältesten Solifluktsionsdecke in 110 m NN. Bereiche mit erheblicher eiszeitlicher Bodenbewegung sind bekanntlich ausgesprochen ungünstig für die Erhaltung fossiler Frostspalten oder Eiskeile.

Das Bergland um Valdivia bedeckt abseits der Täler ein immergrüner Wald, dessen Zusammensetzung L. HAUMANN-MERCK (1913) und SCHMITHÜSEN (1956) beschrieben haben, der aber in fast allen Gebieten, auch denjenigen größter Verkehrsferne stark durch Brand, Holzeinschlag und vor allem durch Waldweide degradiert ist. Die unteren Teile des Flachreliefs und die Hangterrassenreste sind als offene Flächen besonders der Weide für das Rindvieh vorbehalten. Große Teile werden seit ein paar Jahren allerdings wieder mit *Pinus insignis* aufgeforstet. Zusammenhängend beherrscht Weide und Feldland die Terrassenplatten der Talböden. Auf ihnen findet man auch die einzigen geschlossenen Siedlungen.

III. Die Längssenke zwischen Osorno und Puerto Montt⁴⁾

Der nächste Abschnitt der Geländeuntersuchungen im Kleinen Süden war der Bearbeitung eines glazialgeomorphologischen Querprofils in der Längssenke zwischen dem Küstenhügelland westlich La Union und Osorno und dem Rand der Hochkordillere um den Puyehue- und Rupanco-See gewidmet, deren spezielle Ergebnisse in Pet. Geogr. Mitt. 1958 niedergelegt sind. Zu Vergleichsbeobachtungen wurden während dieses Untersuchungszeitraumes auch eine Reihe von Exkursionen im Gebiet des Llanquihue-Sees und um Puerto Montt sowie eine einwöchige Reise nach

³⁾ Dabei habe ich die freundliche und fruchtbare Unterstützung von Herrn Prof. BAKKER und seinen Mitarbeitern im Physisch-geographischen Laboratorium der Universität Amsterdam dankbar erfahren.

⁴⁾ Zahlreiche gute Landschaftsbilder aus diesem Bereich enthält die Arbeit von MATTHEI (1929).

Chiloë unternommen⁵⁾. Das geomorphologische Ergebnis der Spezialuntersuchung beiderseits Osorno war, daß außer der von BRÜGGEN (1950) schon beschriebenen Jugendmoräne an der Westumrahmung der Seen noch zwei ältere Endmoränen vorhanden sind (Abb. 3). Sie setzen westlich Osorno ein Hügelland von 250–300 m Meereshöhe zusammen, das erst 20 km vor der Küste vom eigentlichen Bergland der Küstenkordillere abgelöst wird. Die Ostgrenze des Altmoränenhügellandes bildet die für die Längssenke zwischen dem Rio Bueno und dem Rio Maullín charakteristische Längstalsammelrinne von Rio

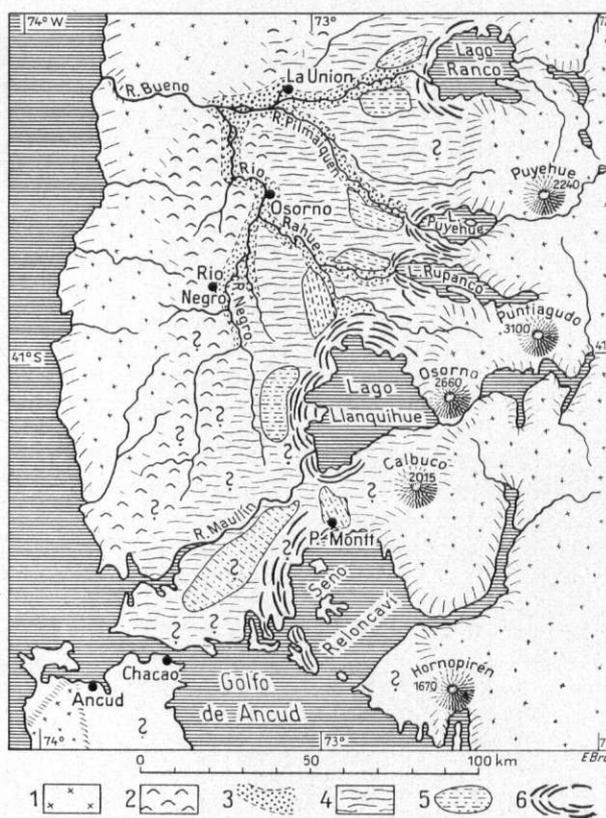


Abb. 3: Geomorphologische Übersichtsskizze des südlichsten Teiles der chilenischen Längssenke.

1. Küstenbergland und Hochkordillere; 2. Hügelland der Altendmoränen; 3. Terrassenland; 4. Kuppiges bis flaches Grundmoränenland; 5. Nadiflächen; 6. Jugendmoränenwälle.

Negro und Rio Rahue. Sie reicht mit ihren südlichsten Tributärästen in das Jungmoränenhügel-

⁵⁾ Für ihre interessante und hilfreiche Einführung in die Region zwischen Osorno und dem Llanquihue bin ich als ausgezeichneten Landeskenner Herrn WALTERIO MEYER-RUSCA und Herrn FREDERICO MATTHEI-SCHILLING, für manche Materialhinweise und für gastfreundliche Aufnahme Herrn BERNHARD JAEGER, OSORNO, Dr. PETER PAUL VON BAUER, LA ENSENADA, und Familie ÜBEL in Chonchi herzlich dankbar.

land westlich des Llanquihue-Sees und empfängt heute in den nördlichen Teilen die parallelen Abflüsse der Andenrandseen, so wie sie während der jungpleistozänen Vereisung die schotterbeladenen Schmelzwässer der damals die Seebecken erfüllenden Vorlandgletscher aufgenommen hat. Als Folge dieser hydrographischen Konstellation ist im Bereich der Längstalrinne eine Terrassenlandschaft ausgebildet worden in der Art, daß zunächst ein jungpleistozäner Schotterkörper bis ca. 80 m NN akkumuliert und nach dem Hochstand der Vereisung dann bei intermittierendem Einschneiden der Seeabflüsse in eine Stufenfolge gut ausgebildeter Erosionsterrassen zerschnitten worden ist. Das Tal des Rio Pilmaiquén zeichnet sich westlich des Puyehue-Sees durch vier Terrassenniveaus in 20, 30, 45 und 55 m über der Talsohle aus, und entlang dem Rio Negro scheinen nach Beobachtungen auf einer zweimaligen Durchfahrt ebenfalls 4 Niveaus durchgehend ausgebildet zu sein. Die Terrassenflächen sind entlang der Seeabflußrinnen und südlich Osorno nur wenige hundert Meter breit, dehnen sich aber nördlich Osorno am Rio Rahue weiter aus und bilden am Unterlauf des Rahue und besonders am Rio Bueno oberhalb seiner Durchbruchsstrecke durch das Küstenbergland ausgesprochene Terrassenplatten mit einer breiten, periodisch überfluteten Vega. Die tieferen Terrassenflächen tragen über den Schottern eine für südchilenische Verhältnisse äußerst dünne Verwitterungsdecke von 40 bis 50 cm, während die höchste Terrasse sich durch eine Schwemmtuffdecke auszeichnet. Alle Flächen sind zum größten Teil gerodet und in Kulturland, meist Weideland, verwandelt.

An die Terrassenlandschaft der Längstalrinne schließt sich ostwärts zwischen den fast parallelen Talzügen der Seeabflüsse eine kuppige bis flachwellige Grundmoränenlandschaft an, welche im kuppigeren Westteil viel basaltische vulkanische Asche enthält, relativ stark zertalt und gut drainiert ist, die hingegen weiter nach Osten mit wachsender Ausgeglichenheit des Reliefs und mit zunehmendem Tongehalt des Untergrundes eine schlechte natürliche Entwässerung aufweist. Auch diese Grundmoränenzone ist weitgehend in Kultur genommen. Aus dem natürlichen laubwerfenden Wald, wie ihn SCHMITHÜSEN (1956) näher charakterisiert hat, ist eine Parklandschaft geworden, in welcher die Fundos in der Art von Gutssiedlungen verteilt liegen. Auf der von „Cancagua“ (vulk. Asche) durchsetzten kuppigen Grundmoräne wird ein ertragreicher Weizenbau betrieben, auf der flacheren Grundmoräne östlich und südöstlich Osorno dehnen sich Weidekoppeln der Rinderherden, in charakteristi-

scher Weise von mächtigen Schattenbäumen bestanden und von breiten Brombeer-„Wällen“ eingefasst. Dörfliche Siedlungen sind nur in weitem Abstand in das Einödsiedlungsgebiet eingestreut (vgl. auch BERNINGER 1933). Abseits der Dörfer liegt in diesem Grundmoränengebiet zwischen Osorno und dem Llanquihue-See heute wohl der wirtschaftliche Schwerpunkt der Deutsch-Chilenen, nachdem die Söhne der „Seebauern“, vom Kolonisationskern an den Ufern des Llanquihue ausgehend, das Land von den ursprünglich ansässigen iberochilenischen Familien weitgehend übernommen haben.

Abgelöst wird die Grundmoränenparklandschaft in einer Entfernung von ca. 20 km vor den Stirnen der Andenrandseen von einer 10—15 km breiten Zone, in welcher noch inselartig ausgehnte, allenfalls als Waldweide genutzte Waldflächen, die sog. „Nadis“, vorhanden sind. Es sind das immergrüne Waldformationen, die sich unter bestimmten, nachstehend skizzierten, ökologischen Voraussetzung als große ovale Inseln im Bereich des sommergrünen Laubwaldes in einem von Nordost nach Südwest verlaufenden Band aneinanderreihen. Westlich des Puyehue-Sees findet sich die Nadi südlich des Rio Pilmaiquén auf den unteren, flacheren und flußfernen Teilen des jungglazialen Übergangskegels, der von den Seestirnmoränen ausgeht. Der Fuß des Kegels ist an einem Unterschneidungsrand von 3—4 m Höhe gegen die Grundmoränenlandschaft abgesetzt. Der Untergrund besteht aus einem Schotterkörper, welcher in einer Mächtigkeit von 1—1½ m von braunrotem verschwemmten Staubbuff bedeckt ist. In den liegenden Teilen dieser Staubbuffdecke befindet sich nahe der Grenze zu den Basaltschottern ein harter Illuvialhorizont. Darüber stockt die Nadiformation, bestehend aus einer immergrünen Baum- und Strauchgesellschaft [radal (*Lomatia obliqua*), ciruelillo (*Embothrium coccineum*), *Nothofagus antarctica*, canelo (*Drymis Winteri*), calafate (*Berberis buxifolia*), *Festuca* sp. u. frutilla (*Fragaria chilensis*), nach MATTHEI (1929)].

Mit Annäherung an das in den Übergangskegel eingesenkte Terrassensystem (s. o.) entlang dem Rio Pilmaiquén verschwindet die immergrüne Gesellschaft. Es stellt sich wieder der laubwerfende Wald und mit ihm das Kulturland ein. Die Nadiflächen sind bisher wenig in Kultur genommen, weil sie sich im Winter und Frühjahr in ein Sumpfgelände verwandeln, offenbar als Folge des Grundwasserstauens über dem undurchlässigen Illuvialhorizont. (Es hat diese Situation einige Ähnlichkeit mit den von TROLL (1926) geomorphologisch begründeten Niederterrassenmooren der fluarioglazialen Schotterfluren im Alpenvor-

Hang in einem Holzabschlepphohlweg mit eingeschnittener Spülrinne mehr als 3 m fast steinloser Verwitterungslehm aufgeschlossen, obwohl die mittlere Hangneigung nahezu 40° beträgt, der Bach 150 m tief eingeschnitten ist und die hydrographische Entfernung zum Ozean keine 600 m beträgt.

Die so manifestierte intensive chemische Verwitterung ist eine Folge des speziellen Klimacharakters des Kleinen Südens. SCHWABE (1952 und 1956) hat diesen hinsichtlich der Temperatur in Zusammenhang gebracht mit der „Diskordanz“, die zwischen den Strahlungsverhältnissen und der vom kalten Küstenwasser beeinflussten Lufttemperatur besteht. In seiner Grundursache, dynamisch-klimatologisch gesehen, muß man ihn wohl auffassen als Ergebnis der Überlagerung eines allochthonen Zirkulations- bzw. Witterungsklimas der ozeanischen Mittelbreiten mit seinen ganzjährigen Niederschlägen von erheblicher Menge (mittlerer Jahresniederschlag in Valdivia 2800 mm) und seinem ausgeglichenen, frostfreien Temperaturgang (Monatsmittel der Lufttemperatur zwischen $16,7^\circ$ und $7,4^\circ$) über ein autochthones, subtropisches Strahlungsklima (Valdivia liegt auf ungefähr $39^\circ 45'$ Süd), das sich vor allem in der thermischen Begünstigung des Boden- und Mikroklimas ausdrückt. Diese Klimakomposition wirkt sich außer in der chemischen Gesteinsaufbereitung noch in vielen Schichten der biologischen Sphäre (siehe SCHWABE 1956) aus. Um sie auch einmal in Meßergebnissen aufweisen zu können, ist die Anlage von Bodenklimastationen von großer Bedeutung. Der Anfang ist durch SCHWABE nach ersten Meßreihen in den Subtropen bei Mininco nun in Valdivia gemacht worden. Einen zweiten Satz von Bodenthermometern habe ich während meines Aufenthaltes bei der Escuela Superior de Agronomia in Osorno eingebaut.

Morphologisch gesehen wird das Küstenbergland um Valdivia von 4 Formengruppen beherrscht (Abb. 2). Drei sind stockwerkartig übereinander angeordnet: unten breite, terrassierte Aufschüttungstalböden der Haupttäler in Höhenlagen bis 40 m NN, darüber ein unteres Stockwerk des Schieferberglandes mit steilen, von Leisten und Terrassenresten gegliederten Berghängen, die oberhalb von 90–100 m NN von sanften Böschungen, später von ausgedehnten Verebnungsflächen abgelöst werden. Die 4. Formengruppe ist das mit vorwiegend konvexen Talhängen in Flächen und Berghänge nachträglich scharf eingeschnittene Kerbtalnetz der Nebenbäche. In den Flächensystemen herrschen zwei Höhenlagen vor. Die untere begleitet die großen Täler und steigt von 240/250 m im Bereich der Trichtermündung des Rio Valdivia auf 300 m im Hintergrund der Taläste des Rio Angachilla. Die obere dehnt sich mit ganz sanfter Wölbung abseits der Durch-

brüche in 400 bis 500 m. Im Bereich beider Verebnungsflächen wurden oberhalb Corral und bei Santo Domingo ähnlich wie in deutschen Mittelgebirgen z. B. (vgl. LOUIS 1953) umgelagerte Reste von Kaolin und wechselnd mächtige Bedeckung mit Quarzschottern festgestellt. Bemerkenswert, und bei der allenthalben überaus mächtigen Verwitterungslehmdecke auch etwas rätselhaft, ist die Tatsache, daß sowohl auf der oberen Verebnung in 400 m NN bei Corral, als auch auf der unteren, in 290 m NN auf der Kulmination des vom Tal des Rio Angachilla abzweigenden Weges nach Santo Domingo, unter nur 20–30 cm mächtigen Resten einer Quarzschotterdecke der kristalline Schiefer nahezu unverwittert ansteht.

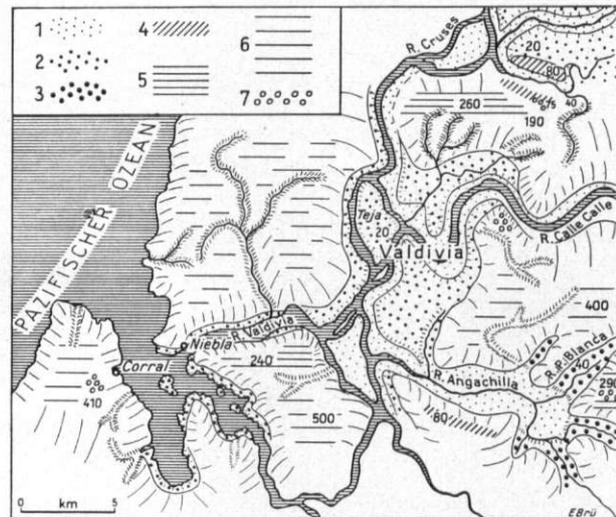


Abb. 2: Geomorphologische Übersichtsskizze des Berglandes um Valdivia.

1. Talauen und 10-m-Terrasse; 2. 20-m-Talboden-Terrasse; 3. 40-m-Terrasse oder Talfüllung; 4. 80-m-Hangterrasse; 5. Hochflächen des 240- bis 290-m-Niveaus; 6. Hochflächen des 400- bis 500-m-Niveaus; 7. Quarzschotterdecken.

Reine Quarzschotter finden sich auch in Resten von Terrassenkörpern im Niveau der beiden Hangterrassen bis 40 m NN (z. B. am Nordabfall des Zwischentalriedels zwischen Rio Calle-Calle und Rio Cruces, am Austritt des Rio Calle-Calle aus seiner Durchbruchsstrecke an der Ostseite des Flußschlingenbeckens von Valdivia und im Tal des Rio Piedra Blanca). Es sind, soweit sich reine Quarzschotter faziell vergleichen lassen, dieselben, die auch im Tertiärgraben von Catamutún über der Kohle aufgeschlossen sind. Über das Alter läßt sich noch keine fundierte Angabe machen. Zu erwägen wäre die zeitliche Parallelisierung mit den von BRÜGGEN (1950 S. 189 ff.) für zahlreiche Punkte beschriebenen und als pliozän datierten Ablagerungen auf der sog. „Terraza principal“. Diese hat wie bei Matanzas am Rio Rapél ca. 260 m Meereshöhe, kann also mit dem unteren Niveau im Valdivianischen Bergland korrespondieren. Außerdem besteht eine gute Übereinstimmung mit einer marinen Verebnungsfläche in 200–320 m bei Cobquecura ($36^\circ 07'$, Prov. Nuble), die

FUENZALIDA (1951) beschreibt. Nach ihm weist dort die Terrassentreppe Abrasionsniveaus in 30/40—60/80 m, in 90—160 m und in 200—320 m auf. Die untere Terrasse schneidet jungtertiäre Schichten. Vom Ende der höchsten Terrasse bei 300 m beginnt das hügelige Bergland, dessen Oberfläche F. als präpliozän angibt, wohl als Folgerung aus der Tatsache, daß die 260-m-Fläche bei Matanzas nach BRÜGGEN (1950) noch eine Pliozänbedeckung aufweist. Man muß aber auch mit starken lokalen tektonischen Verstellungen rechnen, wie die Einlagerungen der Kohle im Schieferbergland bei Catamutún zwischen 70 und minus 25 m NN und auch die Tertiärablagerungen am Wasserwerk ostwärts Valdivia in ca. 30 m NN beweisen. Um über die allgemeine geomorphologische Feststellung hinaus Einzelheiten der ältesten Formengenesen zu klären, sind erst noch geologische Vorausarbeiten notwendig. (Weitere Ausführungen zur Frage der Küsten- und Flußterrassen s. S. 20.)

Meine speziellen Bemühungen galten der jüngeren geomorphologischen Entwicklung im Pleistozän, ausgedrückt durch die fluviale Gestaltung der unteren Teile der Talhänge und des Talbodens sowie durch die denudativen Vorgänge, die zur Ausbildung der vorauf angedeuteten Hangschuttdecken geführt haben. Die Geländeaufnahmen dazu wurden vorwiegend an dem Zwischentalriedel vorgenommen, der das Becken von Valdivia von der Talebene des Rio Cruces trennt und der im Zuge des Ausbaues des Camino longitudinal in einer großen Zahl tiefreichender Abgrabungen vorzüglich aufgeschlossen ist. Ergänzt wurden die Beobachtungen im oberen Teil des Angachilla-Tales an der Fortsetzung des Camino longitudinal nach Süden gegen La Union. Nach der Aufarbeitung der zahlreichen Sedimentproben steht die spezielle Ausarbeitung der Ergebnisse vor dem Abschluß. Danach sind 4 verschiedene Terrassenniveaus auszuscheiden, zwei Hangterrassen in 75—80 und 40—45 m sowie zwei Talbodenterrassen in 20 und in 10 m NN.

Nur die oberste Terrasse zeichnet sich durch einen charakteristischen Schotterkörper aus. Er besteht am Nordhang des Zwischentalriedels aus zwei Teilen; einem Paket reiner Quarzschotter (1—2 m), das ursprünglich in einer Mächtigkeit von 12—13 m zwischen ca. 73 und 85 m abgelagert wurde und dann in 75 bis 80 m angeschnitten, untermischt und überlagert wurde von einer zweiten Decke aus bunten Vulkanitgrobshottern. Diese Vulkanitgrobshotter sind nach den aufbauenden Komponenten und nach dem Verwitterungsgrad identisch mit jenen, welche am Ostabfall des Küstenberglandes gegen die Längssenke die (in WEISCHET [1958] beschriebene) Rahue-Moräne zum großen Teil aufbauen. Das in einigen Metern Abstand zwischen 40 und 45 m doppelt ausgebildete untere Hangterrassenniveau ist am Nordabfall des Riedels durch eine Felsterrasse markiert, in deren Verwitterungsschlot eine mustergültige fossile Frostspalte erhalten und die von einer Hangschuttdecke überlagert ist. Am Südrand der Talebene des Rio Cruces wird das Niveau durch Plattenreste und im Tal des Rio Piedra Blanca (Seitental zum Rio Angachilla) durch einen nachträglich zerschnittenen Aufschüttungstalboden gekennzeichnet. In den wenig tiefen Aufschlüssen am Rio Cruces findet sich überall nur tonhaltiger Feinsand, im Tal des Rio Piedra Blanca eine bis 4 m mächtige, sandhaltige Quarzschuttdecke.

Die 20-m-Talbodenterrasse ist vor dem Nordfuß des Zwischentalriedels in große Platten zerschnitten, sie entspricht aber auch dem am breitesten ausgebildeten Niveau im Becken von Valdivia (z. B. Isla Teja) (vgl. Bild 1) und läßt sich den Rio Valdivia abwärts bis in die Bucht von Corral verfolgen. BRÜGGEN (1950) hat sie bei Niebla als „Cancagua-Terrasse“ beschrieben, ihr Sediment als tonhaltigen Sandstein bezeichnet, der mit Muscheln durchsetzt ist. Er hält die Terrasse für die Folge eines um 20 m höheren Meeresspiegels „während einer der letzten Vereisungsperioden“. Der Deutung der Terrasse als eustatisch bedingt muß man sich anschließen, weil auch abseits des eigentlichen Talzuges in der südlichen inneren Bucht von Corral das 20-m-Niveau rings um alle Inseln und Vorgebirge als deutliche Plattform ausgebildet ist und weil der Auffüllungskörper talauf im Becken von Valdivia und im Tal des Rio Cruces aus horizontalen Bänken schotterloser Feinsedimente besteht. Es sind das in den tieferen Lagen graugelbe, stark tonhaltige Feinsande und Schluff, darüber braune schluffhaltige Tonschichten, die nach verschwemmten Staubbänken aussehen, wie sie die Jungmoränen am Westrand der Andenrandseen und die zugehörigen Übergangskegel bedecken. In diese weiten Platten ist entlang der Flüsse eine weitere relativ schmale Terrasse 10 m tiefer eingeschachtelt, die ihrerseits von der heutigen Talsohle noch einmal 2—3 m tief zerschnitten ist, am Rio Cruces selbst unter Zwischenschaltung einer Hochwasserterrasse, der im Winter überfluteten sog. „Vega“.

Hinsichtlich der zeitlichen Einordnung in eines der letzten Glaziale befriedigt aber die Aussage BRÜGGENS noch wenig. Sowohl die 20 m- als auch die 10 m-Terrasse sind an der südamerikanischen Westküste als Küstenterrassen regelhaft anzutreffen (s. S. 21). Ihrer Parallelisierung mit altweltlichen Eustasieterrassen stehen noch erhebliche Schwierigkeiten und Kenntnislücken im Wege. Doch kann man wohl aus Analogiegründen als wahrscheinlicher annehmen, daß die Akkumulationen die Folgen interglazialer Meereshochstände sind. Die 20 m-Terrasse korrespondiert ausgezeichnet mit der sog. „Lobitos-Terrasse“ an der peruanischen Küste und mit dem „Main Monasterian“, dem höheren Niveau von Thyrrhenian II ZEUNERS (1952), im Mittelmeergebiet. SUTER (1922) stellt das Niveau ins Mindel-Riß-Interglazial, ZEUNER (1952) für die europäischen Küsten ins Riß-Würm-Interglazial. Das stimmt mit der Beobachtung überein, daß talauf am Rio Cruces-San José südwestlich Loncoche am Talhang ab 15 m über dem Flußspiegel 12 m Solifluktslehme der letzten Kaltzeit aufgeschlossen sind, die letztglaziale Flußsohle also schon tiefer als 15 m über der gegenwärtigen eingeschritten gewesen sein muß.

Schotterkörper von demjenigen Typus, welchen die letztglazialen Aufschüttungen in der zentralen Längssenke darstellen, finden sich im Mündungsbereich des Rio Valdivia an der Oberfläche nicht. Sie sind möglicherweise unter den Interglazialablagerungen vergraben.

An den Hangschuttdecken wurde zunächst makroskopisch im Gelände und an Hand der mitgebrachten Proben in-

zwischen auch mit sedimentpetrographischen Hilfsmitteln³⁾ der Versuch ihrer stratigraphischen Gliederung unternommen. Es lassen sich unter der Voraussetzung, daß die jeweils jüngere Decke das Aufbereitungsprodukt der vorhergehenden älteren ist, nach dem Aufbereitungszustand vier verschiedene Hanglehme unterscheiden. Sie beginnen in der ältesten Decke mit einer Mischung zersetzten, klastischen Schieferschuttes mit Resten einer kaolinhaltigen Verwitterungsrinde. Darüber folgt über einer Aufbereitungszone ein gelber, an Quarzkiesen und Schieferfragmenten reicher Lehm mit hohem Schluff- und 20%igem Tonanteil. Eine Quarzkiessohle bildet die Grenze zur dritten Lehmdecke von gelb-roter Farbe mit ca. 50% Ton. Und über einer neuen Quarzkiessohle folgt viertens ein rotbrauner, zäher schluffhaltiger Lehm mit einigen Quarzen, jedoch ohne Schieferfragmente mit ca. 70% Tonsubstanz. Die Gesamtmächtigkeit der Decken kann vielerorts über 6 m betragen.

Fossile Frostbodenphänomene wurden im Bergland um Valdivia relativ wenig gefunden. Nur zwei schmale Frostspalten von 2—3 cm Breite und 40 bzw. 60 cm Tiefe wurden aufgeschlossen. Die erstere lag am Grunde der o. g. 42 m-Terrasse, die zweite in den oberen Teilen der ältesten Solifluktsdecke in 110 m NN. Bereiche mit erheblicher eiszeitlicher Bodenbewegung sind bekanntlich ausgesprochen ungünstig für die Erhaltung fossiler Frostspalten oder Eiskeile.

Das Bergland um Valdivia bedeckt abseits der Täler ein immergrüner Wald, dessen Zusammensetzung L. HAUMANN-MERCK (1913) und SCHMITHÜSEN (1956) beschrieben haben, der aber in fast allen Gebieten, auch denjenigen größter Verkehrsferne stark durch Brand, Holzeinschlag und vor allem durch Waldweide degradiert ist. Die unteren Teile des Flachreliefs und die Hangterrassenreste sind als offene Flächen besonders der Weide für das Rindvieh vorbehalten. Große Teile werden seit ein paar Jahren allerdings wieder mit *Pinus insignis* aufgeforstet. Zusammenhängend beherrscht Weide und Feldland die Terrassenplatten der Talböden. Auf ihnen findet man auch die einzigen geschlossenen Siedlungen.

III. Die Längssenke zwischen Osorno und Puerto Montt⁴⁾

Der nächste Abschnitt der Geländeuntersuchungen im Kleinen Süden war der Bearbeitung eines glazialgeomorphologischen Querprofils in der Längssenke zwischen dem Küstenhügelland westlich La Union und Osorno und dem Rand der Hochkordillere um den Puyehue- und Rupanco-See gewidmet, deren spezielle Ergebnisse in Pet. Geogr. Mitt. 1958 niedergelegt sind. Zu Vergleichsbeobachtungen wurden während dieses Untersuchungszeitraumes auch eine Reihe von Exkursionen im Gebiet des Llanquihue-Sees und um Puerto Montt sowie eine einwöchige Reise nach

³⁾ Dabei habe ich die freundliche und fruchtbare Unterstützung von Herrn Prof. BAKKER und seinen Mitarbeitern im Physisch-geographischen Laboratorium der Universität Amsterdam dankbar erfahren.

⁴⁾ Zahlreiche gute Landschaftsbilder aus diesem Bereich enthält die Arbeit von MATTHEI (1929).

Chiloë unternommen⁵⁾. Das geomorphologische Ergebnis der Spezialuntersuchung beiderseits Osorno war, daß außer der von BRÜGGEN (1950) schon beschriebenen Jugendmoräne an der Westumrahmung der Seen noch zwei ältere Endmoränen vorhanden sind (Abb. 3). Sie setzen westlich Osorno ein Hügelland von 250—300 m Meereshöhe zusammen, das erst 20 km vor der Küste vom eigentlichen Bergland der Küstenkordillere abgelöst wird. Die Ostgrenze des Altmoränenhügellandes bildet die für die Längssenke zwischen dem Rio Bueno und dem Rio Maullín charakteristische Längstalsammelrinne von Rio

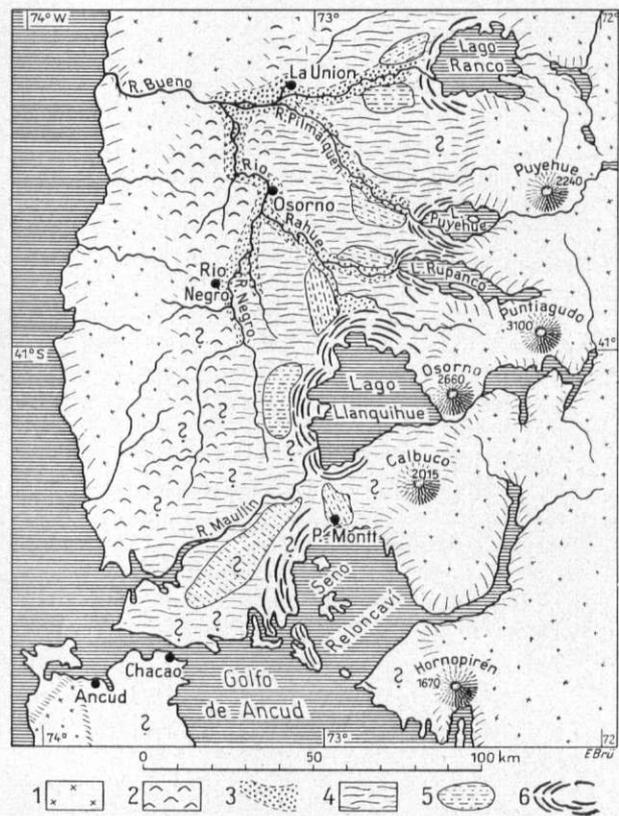


Abb. 3: Geomorphologische Übersichtsskizze des südlichsten Teiles der chilenischen Längssenke.

1. Küstenbergland und Hochkordillere; 2. Hügelland der Altendmoränen; 3. Terrassenland; 4. Kuppiges bis flaches Grundmoränenland; 5. Nadirflächen; 6. Jungendmoränenwälle.

Negro und Rio Rahue. Sie reicht mit ihren südlichsten Tributärästen in das Jungmoränenhügel-

⁵⁾ Für ihre interessante und hilfreiche Einführung in die Region zwischen Osorno und dem Llanquihue bin ich als ausgezeichneten Landeskennern Herrn WALTERIO MEYER-RUSCA und Herrn FREDERICO MATTHEI-SCHILLING, für manche Materialhinweise und für gastfreundliche Aufnahme Herrn BERNHARD JAEGER, OSORNO, Dr. PETER PAUL VON BAUER, La Ensenada, und Familie ÜBEL in Chonchi herzlich dankbar.

land westlich des Llanquihue-Sees und empfängt heute in den nördlichen Teilen die parallelen Abflüsse der Andenrandseen, so wie sie während der jungpleistozänen Vereisung die schotterbeladenen Schmelzwässer der damals die Seebecken erfüllenden Vorlandgletscher aufgenommen hat. Als Folge dieser hydrographischen Konstellation ist im Bereich der Längstalrinne eine Terrassenlandschaft ausgebildet worden in der Art, daß zunächst ein jungpleistozäner Schotterkörper bis ca. 80 m NN akkumuliert und nach dem Hochstand der Vereisung dann bei intermittierendem Einschneiden der Seeabflüsse in eine Stufenfolge gut ausgebildeter Erosionsterrassen zerschnitten worden ist. Das Tal des Rio Pilmaiquén zeichnet sich westlich des Puyehue-Sees durch vier Terrassenniveaus in 20, 30, 45 und 55 m über der Talsohle aus, und entlang dem Rio Negro scheinen nach Beobachtungen auf einer zweimaligen Durchfahrt ebenfalls 4 Niveaus durchgehend ausgebildet zu sein. Die Terrassenflächen sind entlang der Seeabflußrinnen und südlich Osorno nur wenige hundert Meter breit, dehnen sich aber nördlich Osorno am Rio Rahue weiter aus und bilden am Unterlauf des Rahue und besonders am Rio Bueno oberhalb seiner Durchbruchsstrecke durch das Küstenbergland ausgesprochene Terrassenplatten mit einer breiten, periodisch überfluteten Vega. Die tieferen Terrassenflächen tragen über den Schottern eine für südchilenische Verhältnisse äußerst dünne Verwitterungsdecke von 40 bis 50 cm, während die höchste Terrasse sich durch eine Schwemmtuffdecke auszeichnet. Alle Flächen sind zum größten Teil gerodet und in Kulturland, meist Weideland, verwandelt.

An die Terrassenlandschaft der Längstalrinne schließt sich ostwärts zwischen den fast parallelen Talzügen der Seeabflüsse eine kuppige bis flachwellige Grundmoränenlandschaft an, welche im kuppigeren Westteil viel basaltische vulkanische Asche enthält, relativ stark zertalt und gut drainiert ist, die hingegen weiter nach Osten mit wachsender Ausgeglichenheit des Reliefs und mit zunehmendem Tongehalt des Untergrundes eine schlechte natürliche Entwässerung aufweist. Auch diese Grundmoränenzone ist weitgehend in Kultur genommen. Aus dem natürlichen laubwerfenden Wald, wie ihn SCHMITHÜSEN (1956) näher charakterisiert hat, ist eine Parklandschaft geworden, in welcher die Fundos in der Art von Gutssiedlungen verteilt liegen. Auf der von „Cancagua“ (vulk. Asche) durchsetzten kuppigen Grundmoräne wird ein ertragreicher Weizenbau betrieben, auf der flacheren Grundmoräne östlich und südöstlich Osorno dehnen sich Weidekoppeln der Rinderherden, in charakteristi-

scher Weise von mächtigen Schattenbäumen bestanden und von breiten Brombeer-„Wällen“ eingefaßt. Dörfliche Siedlungen sind nur in weitem Abstand in das Einödsiedlungsgebiet eingestreut (vgl. auch BERNINGER 1933). Abseits der Dörfer liegt in diesem Grundmoränengebiet zwischen Osorno und dem Llanquihue-See heute wohl der wirtschaftliche Schwerpunkt der Deutsch-Chilenen, nachdem die Söhne der „Seebauern“, vom Kolonisationskern an den Ufern des Llanquihue ausgehend, das Land von den ursprünglich ansässigen iberochilenischen Familien weitgehend übernommen haben.

Abgelöst wird die Grundmoränenparklandschaft in einer Entfernung von ca. 20 km vor den Stirnen der Andenrandseen von einer 10—15 km breiten Zone, in welcher noch inselartig ausgehende, allenfalls als Waldweide genutzte Waldflächen, die sog. „Nadis“, vorhanden sind. Es sind das immergrüne Waldformationen, die sich unter bestimmten, nachstehend skizzierten, ökologischen Voraussetzung als große ovale Inseln im Bereich des sommergrünen Laubwaldes in einem von Nordost nach Südwest verlaufenden Band aneinanderreihen. Westlich des Puyehue-Sees findet sich die Nadi südlich des Rio Pilmaiquén auf den unteren, flacheren und flußfernen Teilen des jungglazialen Übergangskegels, der von den Seestirnmoränen ausgeht. Der Fuß des Kegels ist an einem Unterschneidungsrand von 3—4 m Höhe gegen die Grundmoränenlandschaft abgesetzt. Der Untergrund besteht aus einem Schotterkörper, welcher in einer Mächtigkeit von 1—1½ m von braunrotem verschwemmten Staubbuff bedeckt ist. In den liegenden Teilen dieser Staubbuffdecke befindet sich nahe der Grenze zu den Basaltschottern ein harter Illuvialhorizont. Darüber stockt die Nadiformation, bestehend aus einer immergrünen Baum- und Strauchgesellschaft [radal (*Lomatia obliqua*), ciruelillo (*Embothrium coccineum*), *Nothofagus antarctica*, canelo (*Drymis Winteri*), calafate (*Berberis buxifolia*), *Festuca* sp. u. frutilla (*Fragaria chilensis*), nach MATTHEI (1929)].

Mit Annäherung an das in den Übergangskegel eingesenkte Terrassensystem (s. o.) entlang dem Rio Pilmaiquén verschwindet die immergrüne Gesellschaft. Es stellt sich wieder der laubwerfende Wald und mit ihm das Kulturland ein. Die Nadiflächen sind bisher wenig in Kultur genommen, weil sie sich im Winter und Frühjahr in ein Sumpfgelände verwandeln, offenbar als Folge des Grundwasserstaus über dem undurchlässigen Illuvialhorizont. (Es hat diese Situation einige Ähnlichkeit mit den von TROLL (1926) geomorphologisch begründeten Niederterrassenmooren der fluarioglazialen Schotterfluren im Alpenvor-

land, nur daß bei der Nadi der in seiner Entstehung problematische Illuvialhorizont über den durchlässigen Schottern wassertragend wirkt). Auch die anderen Nadiflächen, die ich nördlich und westlich des Llanquihue kennengelernt habe, stellen wenig geneigte, schiefe Ebenen in der Peripherie der Jungmoränen dar. Ich möchte sie auch als Teile von Übergangskegeln interpretieren. Ihre angenäherte räumliche Abgrenzung auf der Karte Abb. 3 verdanke ich der genauen Landeskennntnis des Vermessungsingenieurs WALTERIO MEYER-RUSCA, Osorno. Die Gebiete zwischen den Nadiflächen gehören wahrscheinlich noch zur Grundmoränenzone.

Die nächste naturräumliche Einheit bildet das Jungmoränengebiet mit den Gebirgsfußseen, hinter welchen unmittelbar die schneebedeckten Kegel der jungen Vulkane als Front der Hochkordillere aufragen. In der Westumrahmung der Seen sind die Endmoränen verhältnismäßig niedrige Wälle von 30—50 m relativer Höhe, noch dazu mit einem 1—1½ m dicken braun-roten Feinmaterialpolster bedeckt. BRÜGGEN (1950) hat dieses als „Lößpolster“ beschrieben und als dessen Folge schon auf die Geschiebearmut in der Verwitterungsdecke über der Jungmoräne hingewiesen. Dabei muß man das Wort „Löß“ nur als Ausdruck für ein äolisches Sediment bestimmter Korngröße ansehen. Petrographisch ist das Deckmaterial aber besser als Staubtuff vulkanischer Herkunft zu bezeichnen, wie eine Analyse der entsprechenden Proben (WEISCHET 1958) ergeben hat. In einer bodenkundlichen Erhebung von MANUEL RODRIGUEZ (zit. in FUENZALIDA 1950) wird als Grundmaterial der „Trumao-Böden“ im Gebiet der jüngsten pleistozänen Moränen „cruizas volcánicas“ (vulkanische Aschen) angegeben und V. AUER (1956) spricht sich außer für eine eruptive Herkunft des Deckmaterials auch für Gleichheit mit der sog. „O-Eruptionsdecke“ von der argentinischen Andenseite aus.

Zwischen den Seen türmen sich die Moränen zu steilen Wällen von oft 200 m relativer Höhe auf. Sie sind hier im Gegensatz zum Seenvorland bewaldet und tragen südlich des Puyehue-Sees sogar noch eine Primärformation, welche allerdings unter Naturschutz steht. In den Moränenrahmen eingebettet, oft mit ihrer Hilfe aufgestaut, sind die Exarationsseen am Austritt der eiszeitlich vergletscherten Kordillertäler in das Vorland morphologisch ganz ähnlich den Seen am nördlichen Alpenrand, aber limnologisch schon durch ihre Faunenarmut bemerkenswert verschieden und als Lebensraum des Menschen durch ihre fast majestätische Einsamkeit geradezu unvergleichlich. Puyehue — (212 m Spiegelhöhe) und Rupanco-See (141 m) liegen mit ihren östlichen Teilen schon

innerhalb der Hochkordillere. Von der Höhe der Isla Fresia bzw. der Peninsula del Isote an nach Osten begleiten die Seen rundgebuckelte Felsufer und der Rupanco-See läuft in Richtung auf den Vulkan Puntiaquedo (3100) in ein wohlausgebildetes Trogtal aus. 8 Meter über dem heutigen Seespiegel sind auf der Nordseite Uferhöhlen als Zeugen eines höheren Wasserstandes ausgebildet. Die vorgelagerten Seeterrassen sind aber schmal und ohne landschaftliche Bedeutung. Beherrschend im Landschaftsbild und bedeutungsvoll in kultur-geographischer Hinsicht sind alte Seeterrassen am Llanquihue-See. Eine schmale Terrasse konnte ich in 12 m, eine bis 2 km breite in ca. 50 m über dem heutigen Seespiegel sowohl auf der Süd- als auch auf der Nordseite beobachten. Beide Terrassenstufen brechen mit steiler Böschung von oft 20° gegen den See ab. Über die obere Fläche erheben sich mit sanften Hängen die Moränenrücken um weitere 50—60 m. Obere Terrasse und nahe Moräne sind das Ansiedlungsgebiet der sog. „Seebauern“, deutscher Kolonisten, die nach 1852 die Umrahmung des Sees in blühendes Kulturland verwandelten (vgl. HELD 1952). Hier beherrscht im Gegensatz zu dem o. a., erst später kultivierten Grundmoränengebiet keine Parklandschaft, sondern das offene Kulturland das Landschaftsbild. Man betreibt großenteils eine gemischt-bäuerliche Wirtschaft, kleiner und einfacher als auf den Fundos weiter nördlich. Die humusreichen Braunerdeböden geben besonders in der Nord- und Westumrahmung des Sees gute Voraussetzungen für Weizen- und Hackfruchtanbau. Die Erträge sind bei entsprechender Düngergabe bemerkenswert hoch. Sie werden von Kennern der Landwirtschaft mit 64 dz Weizen bzw. 400 dz Kartoffeln pro Hektar angegeben. Bei voller Berücksichtigung der Bodengüte und Anbautechnik muß man das wohl letztlich als eine Folge der günstigen klimatischen Bedingungen für pflanzliche Produktion ansehen, welche den ganzen Kleinen Süden Chiles auszeichnen. Eine schwere Beeinträchtigung besonders der Weizenkultur stellt die große Wahrscheinlichkeit ergebiger Sommerregen dar. Im Staatsganzen gesehen besteht aber trotz mancher Fortschritte auch heute noch jene bemerkenswerte Diskrepanz zwischen Produktionsmöglichkeit und tatsächlicher Produktion, wie sie KNOCHE (1931) aufgezeigt hat.

Die südkilenische Hochkordillere habe ich nur am Rande kennengelernt, ihr glazial bedingter Formenschatz ist von H. MORTENSEN (1928) beschrieben worden. Lediglich eine Beobachtung bezüglich der Höhe der aktuellen Schneegrenze in diesem Gebiet möchte ich anführen.

BRÜGGEN (1950) hat die Höhe der Schneegrenze in der geographischen Breite des Llanquihue-Sees (ca. 41° S) für den Tronador (3470 m) im zentralen Teil der Hochkordillere mit 1500 m angegeben und WILHELMY (1957) nimmt sie für den Vulkan Osorno (2660 m) entsprechend der Lage im Regenluv noch etwas tiefer an, wie aus der Kurve der heutigen Schneegrenze für die Anden hervorgeht. KLUTE (1925) beziffert dagegen die Schneegrenzhöhe mit 1700 m. Aber auch diese Angabe erscheint mir für die Gegenwart noch um mindestens 200 m, die von BRÜGGEN und WILHELMY also um 400 m, zu tief. Und zwar auf Grund folgender Beobachtungen: Ende April 1956, am Ende der sommerlichen Ablationsperiode, trug der Vulkan Calbuco, welcher sich wenige Kilometer südlich vom Osorno erhebt, auf der absönnigen Südseite seines Gipfels nur auf dem obersten Kupf — und hier noch unterbrochen — eine Schnee- und Firnkappe. Der Calbuco ist 2016 m hoch. Rechnet man die unterbrochene Schneekuppe ganz zum Gebiet des ewigen Schnees, so kann die Schneegrenze höchstens in 1800 m angenommen werden. Am Osorno (2660 m) selbst war etwas mehr als das obere Drittel des Kegels, d. h. nur das Gebiet oberhalb 1700 m, besneit. Die Beobachtungen wurden gemacht zwischen zwei Kaltlufteinbrüchen, die in tieferen Lagen von schweren Regenfällen begleitet waren, so daß noch dazu Neuschneebedeckung auf den höheren Bergen wahrscheinlich ist.

Aus alle dem resultiert eindeutig, daß die Schneegrenze in diesem Bereich am Westrand der Hochkordillere oberhalb 1800 m und unterhalb 2000 m liegt. 1900 ± 50 m halte ich für den am besten vertretbaren Wert, immer noch tief genug, um für 40° Südbreite sehr bemerkenswert und für die Asymmetrie der Klimazonen bezeichnend zu sein.

IV. Chiloë

Die im Vorhergehenden für die Längssenke geschilderte West-Ost-Folge naturräumlicher Einheiten auf geomorphologischer Grundlage (Altendmoränenhügelland, Terrassenlängstal, kuppige bis flache Grundmoränensenke, Nadizone und Jungmoränenhügelland mit den Gebirgsrandseen) läuft in ihrer meridionalen Erstreckung nicht parallel zu der tektonischen Senke zwischen Küstenbergland und Hochkordillere. Mit wachsender geographischer Breite bestimmen die jungpleistozänen glazialen und fluvioglazialen Formengesellschaften immer mehr allein das Bild der Längssenke. Zunächst werden die Exarationsformen ständig größer. Bis zum mittleren Chiloë sind es noch einzelne Ausräumbecken im Kordillerenvorland, deren Wannsen immer tiefer und deren trennende Landriedel nach Süden immer schmaler werden. Südlich Puerto Montt kommt noch die Beckennatur des Seno de Reloncaví und des Golfes von Ancud in den Inselreihen und besonders in der von BRÜGGEN (1950) veröffentlichten Tiefenkarte sehr gut zum Ausdruck. Vom Golf von Corcovado ab vereinigten sich aber die pleistozänen Eisloben schon zu einem geschlossenen Vorlandgletscher, der die ganze Längssenke erfüllte und auf der Ostseite des südlichen Chiloë die subglazialen Erosionsrinnen der heutigen För-

denküste verursachte. Noch weiter südlich überfuhren die Eismassen auch die Reste des Küstenberglandes und hinterließen im Chonos Archipel einen den nordischen Schären vergleichbaren rundgebuckelten Inselhof, der polwärts von der Patagonischen Fjordküste abgelöst wird. Es ist also dieselbe Sukzession der Küstentypen wie man sie auch zwischen der deutschen Ostseeküste und Norwegen beobachten kann. Ohne die strukturellen Voraussetzungen übersehen zu wollen, steckt darin offenbar auch ein klimatisch bedingter Formenwandel. Entsprechend dem Ausgreifen der glazialen Abtragungsgebiete greifen auch die jungglazialen Akkumulationsgebiete gegen Süden immer mehr nach Westen vor.

Beides ließ sich als Grundlage der Landformung auf einer Reise verfolgen, die von Puerto Montt über Chacao—Ancud—Castro—Chonchi bis Hullinco am Fuß des Küstenberglandes im zentralen Chiloë führte und die außer zur landeskundlichen Übersicht speziell zu geländeklimatologischen Vergleichsbeobachtungen unternommen wurde⁶⁾.

Die Westseite des Golfes von Reloncaví ist auf weiten Strecken eine Steilküste, eingetieft in ein plattenartiges Land von 50—60 m Höhe. Im Paso Tautil, dort wo der Inselbogen ansetzt, welcher die Südbegrenzung des Golfes von Reloncaví bildet, wird sowohl auf der Festlands- wie auch auf der Inselseite auf einige Kilometer die Oberfläche kuppig und am Fuß des Kliffs finden sich wiederholt ausgespülte erratische Blöcke, beides Zeichen der hier querenden Jungendmoräne. Bald südlich beginnt aber wieder die horizontale Begrenzung des Steilufers. Die ganze Westumrahmung ist zusammenhängend besiedelt, vorwiegend von Chiloten, während in der Ostumrahmung des Seno, am Fuß der Hochkordillere, das von Kolonisten gerodete geschlossene Kulturland nur bis Lenca im nördlichen Drittel des Seno reicht. Von See her erkennt man im Westen eine parkartige Verteilung von Wald und offenem Kulturland, in welchem verstreut Einzelhöfe und kleine Dörfer der chilotischen Bevölkerung liegen.

Die Insel Chiloë besteht natur- und kulturgeographisch aus zwei Teilen (Bild 2), dem Waldbergland der Küstenkordillere im luvseitigen Westteil und dem agrarisch genutzten Diluvialhügelland auf der ostwärtigen Leeseite. Zum größeren Chiloë muß man ferner noch als dritten Teil die dicht besiedelte Inselgruppe auf der Innenseite der Hauptinsel hinzurechnen. Das Bergland im Westen erreicht nördlich der Quersenne von Hullinco noch einmal im Vergleich zum valdivianischen Bergland beträchtliche Höhen von ungefähr 900 m.

⁶⁾ Die Fahrt mit der „Dahue“ der Empresa marítima del Estado dauert von Puerto Montt bis Chacao an der Nordostecke Chiloës 7 Stunden. Der Dampfer hat nur ca. 600 t, aber bezeichnenderweise eine Besatzung, wie sie zahlenmäßig auf Übersee-Verkehrern nicht größer ist. Er verkehrt zweimal wöchentlich und verbindet alle kleinen Siedlungen und zentralen Buchten auf der Westseite des Golfes von Reloncaví und auf der Ostseite Chiloës. Es empfiehlt sich, in Chacao auszubooten, da nicht abzusehen ist, mit welchem Erfolg das Schiff Gegenwind und Gegenströmung in der Straße von Chacao überwinden kann und wann es somit Ancud erreicht.

Es hat zudem unruhige Mittelgebirgsformen an Stelle der für jenes charakteristischen Hochflächen. Vom Ostteil schreibt FUENZALIDA (1950), daß es eine marine Abrasionsfläche sei, möglicherweise mit einer glazialen Bedeckung, charakterisiert durch Rücken großer Spannweite und durch in der Nähe der Küste 80 m tief eingesenkte Täler. Die Fläche ende im Westen mit der 300 m Linie und habe eine mittlere Breite von 30 km. Es wird sicher eine interessante Aufgabe sein, den geomorphologischen Aufbau der Insel einmal gründlich zu analysieren. Die relativ wenigen Beobachtungen, die ich während meines kurzen Aufenthaltes sammeln konnte, reichen nur für einige Hinweise aus.

In der Bucht von Castro fällt im Gebiet der Stadt und westlich von ihr tatsächlich eine Reihe von Niveaus als unzerschnittene Terrassenflächen oder als Verbindungsfläche von Rücken- oder Riedelkulminationen auf, die als Abrasionsflächen höherer Meeresstände gedacht werden könnten. Ihre Höhenlage wäre im einzelnen noch zu verfolgen. Sicher liegen sie aber alle im Intervall zwischen 30 und 200 m. Aufgeschlossen sind in diesem Intervall nur jungpleistozäne Ablagerungen, z. B. am Südrand von Castro direkt über dem Meeresspiegel 30 m blaugrauer Bänderton und in den höheren Teilen fluvioglaziale Schotter und Sande. Wenn man also mit der von FUENZALIDA erwähnten Abrasionsfläche in 300 m rechnen muß, so ist diese nicht von Glazialablagerungen bedeckt, sondern über ihnen ausgebildet. Andererseits ist sie dann durch nachträgliche Zerschneidung des Lockermaterialkörpers in eine Anzahl sehr begrenzter Flächenreste aufgelöst, die nicht mehr den Landschaftseindruck einer zusammenhängenden Schnittfläche erwecken, sondern von einer Kombination aus unruhigem Hügelland mit vielfach terrassierten Taleinschnitten abgelöst worden ist (vgl. Bild 3). Im Querprofil zwischen Chonchi und dem Hullinco-See bietet sich ein ähnliches Bild. Bei Chonchi wieder eine Kliffküste mit mehreren Küstenterrassenstufen. Im tiefsten Teil des Kliffs ist hier verfestigter gelb-brauner, stark von Eisenadern durchzogener (tertiärer?) Feinsandstein aufgeschlossen, der nach oben vom pleistozänen Schotterkörper abgelöst wird. Dieser reicht bis zum Ostufer des Hullinco-Sees. Er besteht aus breiten Riedeln mit welliger Oberfläche von ungefähr 200 m Meereshöhe. Darin eingesenkt ist entlang dem Rio Cayahue ein breites Kastental mit einem Körper lockerer Schotter, deren Oberfläche sich von 100 m an der Wasserscheide westlich Chonchi rasch auf 60 m beim Ort Hullinco abdacht und der nochmals mit Terrassen in 30 und 10 m über dem Bachspiegel zerschnitten ist.

Aus diesen Beobachtungen möchte ich den vorläufigen allgemeinen Schluß ziehen, daß der Ostteil Chiloës aus einem pleistozänen, vorwiegend fluvioglazialen Aufschüttungsgebiet besteht, das im küstenfernen Bereich eine hauptsächlich fluvigene Formung während der Akkumulation und der nachträglichen Zerschneidung erfahren hat. Die Riedeloberflächen lassen sich als Aufschüttungsflächen ansehen. Abrasionsflächen bestimmen in tieferen Niveaus den küstennahen Saum der Insel. Bedeutungsvoll für die genauere Untersuchung der zeitlichen Abfolge der Formenentwicklung kann die Tatsache sein, daß die Oberfläche auch der jungglazialen Schotterkörper von

einer 20 bis 30 cm mächtigen Decke braunen vulkanischen Staubs bedeckt ist. Für die chilotische Landwirtschaft stellt sie eine wichtige pedologische Voraussetzung dar.

Hinsichtlich der klimatischen Gliederung der Insel scheint mir folgende meteorologische Beobachtung bezeichnend zu sein:

Während meiner Exkursionen in der westlichen Peripherie von Castro fiel am 28. April bei heftigem Westwind den ganzen Vormittag, also über ungefähr vier Stunden, ohne Unterbrechung mäßiger bis leichter Regen; in der gleichen Zeit und am gleichen Ort aber schien ebenso ohne Unterbrechung die Sonne. Dementsprechend stand im Süden andauernd ein kräftiger Regenbogen. Das ist nur möglich als Folge eines starken, anhaltenden Lee-Effektes. Das Bergland im Westen war dabei verhangen von der sich stauenden, aber wenig hoch reichenden Kaltluftbewölkung. Die heftige Westströmung löste beim Absteigen im Lee in den oberen Teilen die Bewölkung bis auf geringe Fractostratusreste auf, die rasch nach Osten abtrieben, verwehte in den tieferen Strömungsteilen aber den in der Nähe des Berglandes ausgefallenen Regen bis an die Peripherie von Castro.

Zwei Tage später wurde die Leewirkung zwischen Hullinco und Chonchi darin deutlich, daß bei Hullinco in rascher Folge Regenschauer fielen, das Gebiet 10 km weiter im Osten nur noch von wenigen schwachen Schauern erreicht wurde und bei Chonchi selbst während dieser Zeit zwar stark bewölkt, aber trockenes Wetter herrschte.

Das ganzjährige Regime der Westwindzirkulation zeigt sich in der Landschaft in einer auffälligen Neigung der Bäume nach 100 bis 120°, also in ungefähre Richtung ESE. Die Richtungsbeständigkeit und große mittlere Stärke der Winde drücken sich in deutlichen Kronendeformationen aus. Windschutzpflanzungen vor Obstkulturen sowie hohe Feldhecken stellen ein Attribut der Kulturlandschaft bis auf die ostwärtige Inselgruppe dar. Die Abnahme der Windwirkung von Westen nach Osten läßt sich in der Verminderung der Kronendeformationen in dieser Richtung verfolgen. Abnahme des Windeinflusses und hygri-sche Leewirkung werden aber auch deutlich in einer kontinuierlich zunehmenden Intensivierung der Kulturlandschaft von W nach E.

Der Obstabfall des Küstenberglandes weist nur an den unteren Hängelehnen einzelne Rodungsinseln auf. Nach Osten nehmen die offenen Flächen zu. Sie liegen aber vorwiegend als Weiden verstreut im degradierten immergrünen Wald. Dann stellen sich zunächst auf den Talterrassen Feldflächen ein, bis nahe der Ostküste das Kulturland, durchzogen von Feldhecken sowie Pappreihen, die Oberfläche lückenlos bedeckt. Auf den vorgelagerten Inseln setzt sich die gepflegte Agrarlandschaft mit heckenumfriedeten Blockparzellen und verstreut liegenden kleinen Chilotegehöften fort. Nach Luftaufnahmen im Ostteil der Insel Lemuy scheint das Grünland dort noch ungefähr $\frac{2}{3}$ der Gesamtfläche einzunehmen. Doch muß diese Angabe mit Vorbehalt gemacht wer-

den, da mir häufig Kartoffeläcker bekanntgeworden sind, die mit einer vollkommen geschlossenen Gras- und Krautnabe überzogen waren, von weitem also den Eindruck von Grünland machen müssen.

V. Beobachtungen zur Festlegung der Südgrenze der Subtropenzone in Chile

Neben den bisher angeführten Arbeiten wurden im Süden Chiles außer Beobachtungen über den Wetter- und Witterungsablauf vor allem auch solche über die Windwirkung auf Bäume nach Neigungsrichtung und Wirkungsstärke angestellt. Sie schienen mir neben ihrem Wert hinsichtlich subregionaler Klimadifferenzierungen zunächst einmal unter großräumigerem, regionalklimatologischem Gesichtspunkt deshalb interessant, weil die Auswertung der Stationsbeobachtungen hinsichtlich der Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen (s. Abb. 4) keine rechte Vorstellung ergibt, welchem atmosphärischen Zirkulationsgürtel die südlichen Teile von Mittelchile zwischen Chiloe und Concepción angehören, zu welcher Klimazone sie also dynamisch-klimatologisch zu rechnen sind. Während nämlich dem Temperatur- und Niederschlagsgang und dem ganzen Witterungsablauf entsprechend z. B. der Kleine Süden um Osorno und Valdivia eindeutig zum außertropischen Westwindgürtel gehört, deuten die vorliegenden Windrosen von Pta. Galéra südwestlich Corral und von Puerto Montt mit über 60% Nord- und Süd-Winden nichts von dem Westwindmaximum an [Werte aus KNOCH (1930) bzw. KENDREW (1955)]. Im Becken von Valdivia nehmen die meridionalen Komponenten zwar bis zu 30% ab, und im Sommer ist auch die Westrichtung stark betont, doch ist auch die Häufigkeitsverteilung von Valdivia nicht typisch für die Westwindzone der Mittelbreiten. Pta. Tumbes hingegen, wo ein ausgeprägtes Westwindmaximum registriert wird, liegt unter einer geographischen Breite von etwas mehr als $26\frac{1}{2}^{\circ}$ S an der Nordspitze der Halbinsel Talcahuano zweifellos schon weit innerhalb der Subtropenzone.

Nun ist es allgemein so, daß die Zirkulationsrichtung wegen der häufigen lokalen Windeffekte nur als Mittelwert einer größeren Zahl von Windrosen verschiedener Stationen oder durch ausgesuchte, repräsentative Einzelobservatorien angegeben werden kann. Die veröffentlichten chilenischen Beobachtungen eignen sich dazu nicht, und es interessiert die Frage, ob sich mit geländeklimatologischen Hilfsmitteln, mit Hilfe der Windeffekte auf repräsentativen Standorten, der Übergang aus dem Westwindgürtel in den Bereich der vorherrschenden subtropischen Südströmung deutlich machen läßt und ob die gewonnenen Beob-

achtungen mit anderen zusammen zur Festlegung der Subtropengrenze in Chile beitragen können. Das Ergebnis ist in der Übersichtsskizze (Abb. 4) niedergelegt.

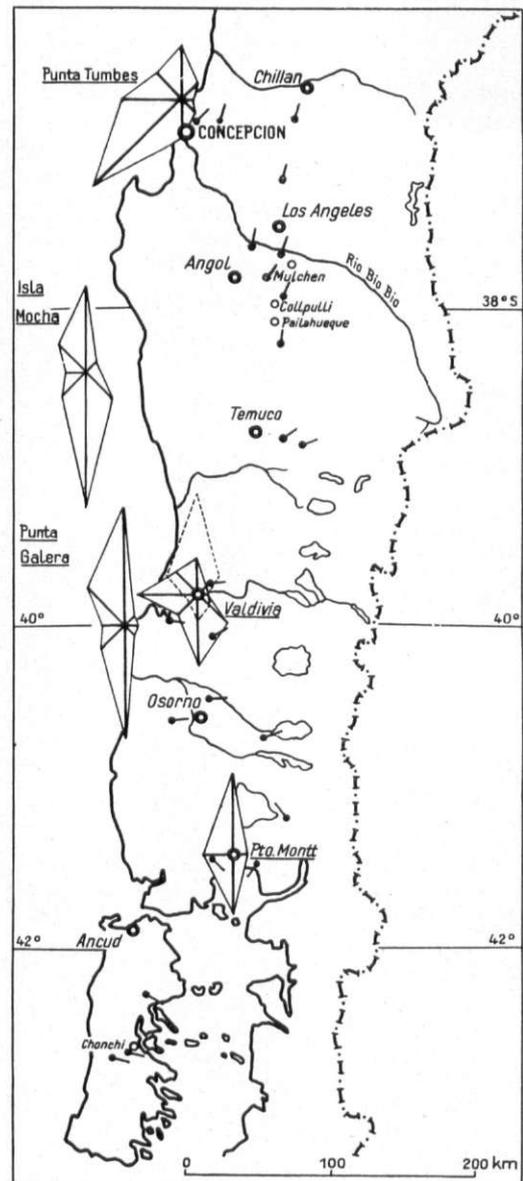


Abb. 4: Windhäufigkeitsverteilung (1901—1906) und Baumneigung als mittlere Wirkrichtung des Windes beiderseits der Polargrenze der Subtropenzone in Chile.

Es ergibt sich daraus, daß in den Neigungsrichtungen der Bäume überall im außertropischen Kleinen Süden mit graduellen Abstufungen die Westwindzirkulation deutlich wird. Die Neigung ist in weiten Teilen der Längssenke

nach 95—115°, also nach E bis ESE, die resultierende Kraft der Windverteilung wirkt demnach aus 275—295°.

Westlich und östlich Puerto Montt wird in den stark entgegengesetzt wirksamen meridionalen Komponenten der Einfluß des Andenrandes deutlich. Im Norden deutet sich ab Temuco in der Landschaft der Übergang zum subtropischen Zirkulationsgürtel an. Bei Temuco selbst resultiert noch eine mittlere Wirkrichtung aus Südwest. Von Pailahueque nördlich Victoria an setzt sich die Südströmung endgültig als dominierend durch. Das äußert sich nicht nur in der Richtung der Baumneigung. Es wird vielmehr die Beständigkeit der Subtropenströmung auch in der Stärke der Neigung und vor allem in immer stärker werdenden Deformationen der Baumkrone deutlich. Im festländischen Kleinen Süden waren letztere relativ gering. Erst in Chiloë, weit innerhalb der Westwindzone, werden sie wieder von erheblichem Gewicht. Das Maximum der Deformationswirkung wird erreicht im West-Ost-Profil beiderseits Mulchén. Hier bilden im Westteil nahe des Küstenberglandes die Kronen windgeformter Bäume einen sehr charakteristischen Zug im Landschaftsbild, wie das Bild 4 aus der Niederterrassenebene des Rio Renaico südlich Negrete verdeutlichen möge. Es zeigt gleichzeitig die regelmäßig unterschiedliche und deshalb repräsentative Widerstandskraft gegen Windeinflüsse für die verschiedenen Arten. Mit Annäherung an den Fuß des Berglandes wird die Windwirkung noch größer. Am Westufer des Rio Renaico bei Tijeral sind sogar die äußerst windharten *Populus pyramidalis* und am Hang des Küstenberglandes die fast gleich widerständige *Pinus insignis* auf der windexponierten Südseite oft ohne Äste.

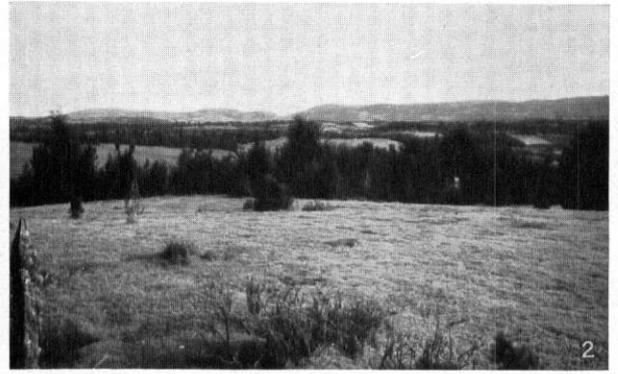
Weiter nach Norden läßt, besonders von Los Angeles an, die Windwirkung wieder rasch nach. Die Baumneigung bleibt aber zwischen 15° und 35°, d. h. die mittlere Wirkrichtung des Windes bei Südsüdwest.

Es ist also festzustellen, daß sich der Übergang von Süden in die Subtropenzone an den Windeffekten deutlich verfolgen läßt und daß man nach den Ergebnissen der Auswertung unter dynamisch-klimatologischen Gesichtspunkten die Südgrenze der chilenischen Subtropen bei ungefähr 38° Süd, etwas südlich von Collipulli, ansetzen muß. Das steht in guter Übereinstimmung mit der Klimaeinteilung, die zuletzt FUENZALIDA (1950) nach thermischen Gesichtspunkten und vor allem nach dem Jahresgang der Niederschläge vorgenommen hat. Auch schon die Karten der mittleren Niederschlagssummen für Januar und Juli von Knoche (1929) geben dafür Anhaltspunkte. Aber nicht nur die schon genannten Phä-

nomene belegen in dem herausgestellten Bereich eine wichtige klimatologische Grenze. Vielmehr formen eine ganze Reihe bedeutungsvoller geographischer Faktoren, untereinander in engem ökologischen Zusammenhang stehend, zwischen Collipulli und dem Rio Bio-Bio eine Landschaftsgrenze von großer Wichtigkeit und seltener Klarheit, wie im Zusammenhang mit der endgültigen Auswertung der Windeffekte in einer späteren Ausarbeitung zu zeigen sein wird. Hier seien die wichtigsten Phänomene in kurzer Anmerkung nur hinzugefügt.

Die Änderung des Jahresganges der Niederschläge in diesem Bereich ist schon von ALMEYDA (o. J.) analysiert und von FUENZALIDA (1950) zur Klimagliederung herangezogen worden. Es ändert sich mit dem Jahresgang aber auch der gesamte Charakter der Regenfälle nach Dauer und Ergiebigkeit grundlegend gegenüber dem Kleinen Süden und der Fronterazone. Um das in statistischem Material darlegen zu können, habe ich aus den täglichen Originalbeobachtungen einer ganzen Reihe von Stationen beiderseits der Subtropengrenze die notwendigen Auszüge gemacht. Charakteristisch für die Niederschläge ist neben einer strengen Periodizität vor allem das Überhandnehmen von Starkregen und das häufige Auftreten von Katastrophenniederschlägen. Damit ändert sich auch der ganze hydrographische Haushalt und durch ihn eine Reihe wesentlicher Merkmale des Landschaftsaufbaues. Der Rio Bio-Bio, abgesehen ausgerechnet vom Rio Loa in der Nordchilenischen Wüste der größte Fluß Chiles, ist dicht nördlich der Subtropengrenze auch der erste mit ausgeprägtem Torrentencharakter. Im Bereich seiner südlichen Zuflüsse beginnt flächenhaft die künstliche Bewässerung des Acker- und Weidelandes. Dabei ergibt sich als außerordentlich wichtige Voraussetzung für die Landeskultur die Tatsache, daß im Einzugsbereich des Rio Bio-Bio die Längssenke von fluvioglazialen Terrassenplatten und nicht — wie weiter südlich beiderseits Osorno — von End- bzw. Grundmoränenhügelland eingenommen wird, wie in den Einzelheiten bei WEISCHET (1958) ausgeführt wurde und wie Bild 5 im Querprofil, Bild 6 im Ausschnitt des zentralen Teiles der Längssenke zeigt.

In den Gärten von Mulchén und Negrete finden sich die ersten subtropischen Fruchtbäume (Agrumen), in Angol werden sie auf Grund der besonders begünstigten Lage schon gewerbsmäßig angebaut. Die Weinbaugrenze verläuft ebenfalls in diesem Bereich. Merkwürdigerweise fehlen aber die Oliven, welche am Nordrand des europäischen Mittelmeeres in thermisch begünstigten Gebieten sogar über die Grenze der eigentlichen Subtropen



hinausgreifen (Languedoc und Istrien). In Chile finden sich die südlichsten Vorkommen dagegen erst am Fuß des Küstenberglandes westlich der Stadt Bulnes. Möglicherweise liegt der Grund darin, daß wegen der ständigen und oft heftigen Südwinde im Bereich der flachen Längssenke südlich Bulnes die Sommerwärme zum Gedeihen der Oliven nicht ausreicht.

Last, not least beginnen im Hügelland bei Collipulli die ersten Anzeichen flächenhafter Bodenzerstörung, die sich am Ostabfall des Granodiorit-Berglandes von Yumbel zu einer alles beherrschenden, verheerenden Badlandbildung steigert. Sie steht in engem Zusammenhang mit dem Wechsel des gesamten Formenschatzes zum Bereich der Winterregengebiete hin.

Bild 7 zeigt als Ausschnitt aus dem Küstenbergland bei Florida (ostwärts Concepción) den Beginn der Kuppenbildung, wie sie MORTENSEN (1927) als typisch für die Winterregengebiete der chilenischen Zentralzone beschrieben hat. Bemerkenswert ist schon der Wechsel der Sky-Line des Berglandes gegenüber dem auf S. 8 ff. beschriebenen Bereich bei Valdivia. Dort die weiten horizontalen Begrenzungen der Verebnungen und hier die unruhige Linie eines kuppigen Berglandes. Hinzu kommt die für Subtropengebiete typische Zerschneidung der Hänge durch die unverzweigten Gradientenspülkerben, wie sie in Abb. 5 schematisch einer Photographie nachgezeichnet sind. Die Kerben setzen nahe der Kulmination des Riedels mit weitem Trichter an und ver-

engen sich hangabwärts unter gleichzeitiger starker Vertiefung, so daß zwischen den Kerben dreieckige Hangteile

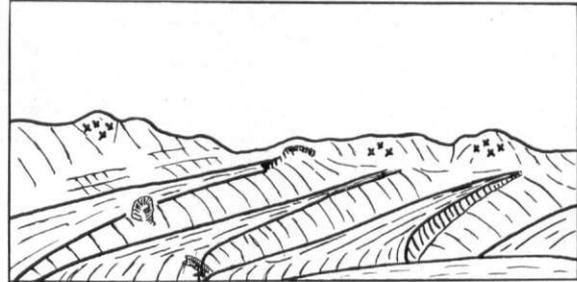


Abb. 5: Felskuppenbildung und Hangzerscheidung durch Gradientenspülkerben als typische Formungsmerkmale nahe der Polargrenze der Subtropenzone im Bergland ostwärts Concepción (bei Florida in 300—500 m NN).

Bei den angekreuzten Stellen tritt das Anstehende (Granodiorit) an die Oberfläche. (Nach einer Photographie gezeichnet vom Verf.)

mit scharfen Erosionskanten erhalten bleiben, die in der Form spitzen Dejektionskegeln ähnlich sind. An anderen Bergflanken kann man Erosionsschluchten mit steilem Trichter beobachten, genauso wie sie PANZER (1954) für das Granitbergland von Hongkong beschrieben hat. Nahe den Bergrücken findet sich an verschiedenen, allerdings eng begrenzten Stellen der anstehende Fels. Die Spülkerben aller Größenordnungen sind dagegen eingeschnitten in eine außerordentlich mächtige Verschüttungshülle aus grusigem oder lehmigem Zersatz des Granodiorits. Vielerorts sind 8—10 m, manchmal 20—25 m Lehm aufgeschossen. Seine stratigraphische Gliederung und seine Strukturen weisen ihn im Bergland von Concepción (im Gegensatz zu den von PANZER [1954] geschilderten Verhältnissen) als umgelagertes, fossiles, wahrscheinlich pleistozänes Aufbereitungsmaterial aus. Die durch ihre Dichte quasi flächenhaft wirkende Kerbspülung betrifft also hier im Bergland nur zum kleinsten Teil den „Boden“ als rezente Aufbereitungszone des Anstehenden, sondern ist eine echte Erosion fossiler, lockerer Hangschuttdecken und Talfüllungen. Sie kann erst auf Grund dieser Voraussetzung die erheblichen Beträge der Tiefenerosion erreichen. Sonst zeichnet sich das Bergland durch die Tendenz der Flüsse aus, bis weit in den Oberlauf hinein breite Talsohlen auszubilden, durch steiles Gefälle der Tallängsprofile, Terrassenarmut und deutlichen Gehängeknick der Bergflanken gegenüber den Tal- und Beckensohlen.

Bemerkenswert ist noch die Tatsache, daß die Badlandbildung am schlimmsten auf der trockenen Ostseite des Gebirges ist, auf der an sich tiefer zerschnittenen Westseite dagegen nur eine sehr geringe Bedeutung hat. Die Westseite ist nahe Concepción weitgehend mit Kiefernforsten bestanden, die Kulmination des Gebirges dagegen offenes Acker- und buschbestandenes, dürrtiges Weideland.

VI. Beobachtungen im Kleinen Norden Chiles

Den Kleinen Norden konnte ich in zwei Überichtsreisen kennenlernen. Zur ersten wurde ich

Bild 1: Becken von Valdivia von Nordosten. Im Beckenplatte der 20-m-Terrasse. Im Hintergrund die Hochfläche des Küstenberglandes südlich des Rio Valdivia mit den Niveaus um 240 und 450 m.

Bild 2: Chiloë, zentraler Teil, von Chonchi nach Westen. Vorn das in Kultur genommene fluvioglaziale Platten- und Hügelland. Dahinter das weitgehend bewaldete Bergland der Küstenkordillere.

Bild 3: Chiloë, oberhalb Hullinco nach Westen. Ostabfall des Küstenberglandes, Hullinco-See und diluviales Terrassenland. Vorn links Tuff-Auflagerung über fluvioglazialen Schottern.

Bild 4: Windwirkung an der Südgrenze der Subtropen bei Negrete (nach Osten). Regelmäßige Deformationsunterschiede bei Platanen und Pyramidenpappeln.

Bild 5: Die chilenische Längssenke an der Südgrenze der Subtropen. Aufnahme vom Fuß des Küstenberglandes bei Tijeral nach Osten. Vorn die Niederterrasse des Rio Vergara mit bewässerten Weizenfeldern. Dahinter die zerschnittene und z. T. bewässerte Mittelterrassenplatte. Über sie ragt links der Cerro Cochento nordwestlich und rechts die sog. Montaña südöstlich Mulchén auf. Im Hintergrund die Hochkordillere.

Bild 6: Diabasstöcke und Platten der Mittelterrasse im zentralen Teil der Längssenke an der Grenze der Subtropen, gesehen vom Cerro Picaë nördlich Mulchén nach WSW gegen das Küstenbergland westlich Angol.

Bild 7: Küstenbergland nahe der Südgrenze der Subtropenzone bei Florida ostwärts Concepción (240—500 m NN). Aus dem mächtigen (pleistozänen) Verschüttungsmantel aus Granodioritgrus ragt nur nahe den Kulminationen des kuppigen Berglandes das Anstehende heraus. Der Verschüttungsmantel wird von Spülkerben (s. Abb. 5) zerschnitten.

Bild 8: „La Portada“, Brandungstor an der Südseite der Halbinsel Mejillones nördlich Antofagasta.

liebenswürdigerweise von Herrn Professor FUENZALIDA eingeladen, der mich so mit seinem engeren Arbeitsgebiet und speziell mit einigen geomorphologischen Problemen bekannt machte. Die zweite Reise benutzte ich außer zu einer landeskundlichen Übersicht speziell dazu, günstige Ansatzpunkte für diluvialmorphologische Profile im Bereich des Kleinen Nordens zu finden. Dabei zeigte sich, daß solche Profile deshalb von besonderer Bedeutung sein können, da hier günstige Voraussetzungen für die Verknüpfung von Moränen über fluvioglaziale Schotter und Terrassen mit eustatisch bedingten Küstenterrassen gegeben sind, eine Verknüpfung, die erst Anhaltspunkte für einen Vergleich über den Ablauf des Pleistozäns in den südlichen Anden mit anderen Erdstellen bietet.

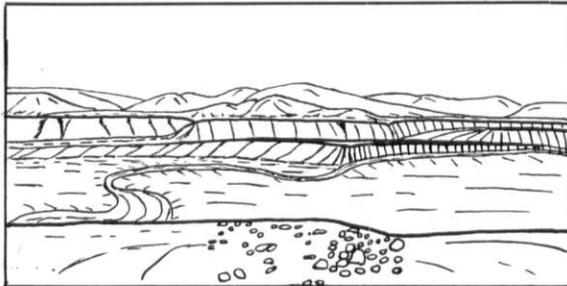


Abb. 6: Fluvioglaziale Schotterfüllung (110 m) und Terrassen (75 und 45 m über der Talsohle) des Huasco-Tales bei Vallenar.

(Nach Photographie gezeichnet vom Verf.)

Die großen Durchbruchstäler zeichnen sich durch deutlich ausgeprägte Talbodenterrassen aus. Die besten Möglichkeiten zur Lösung des oben angeführten Problems scheinen die Täler des Rio Limari und des Rio Huasco (s. Abb. 6) zu bieten. In beiden liegt die Aufschüttungsoberfläche der bei Ovalle bzw. Vallenar fast 10 km breiten Schotterkörper in 100 bis 110 m über dem heutigen Flußspiegel, eine Höhe, die auch in den Angaben BRÜGGENS (1950) für das Hinterland von La Serena ausgewiesen wird. Das Gefälle dieser Oberfläche ist mit 0,2% relativ steil. Eingelassen sind in die breite Schotterflur noch zwei weitere, zuweilen untergegliederte Hauptniveaus, deren Oberflächen bei Vallenar in 75 bzw. 45 m über dem Fluß festgestellt wurden. Für Freirina unterhalb Vallenar gibt BRÜGGENS (1950) Terrassen in 5, 45, 65, 85, 120 und 130 m über dem Flußspiegel an. Im Tal des Rio Limari und des Rio Elqui sind die Höhen wieder etwas anders. Aber solche Einzelangaben nützen noch nicht viel. Notwendig ist eine systematische Aufnahme im Längs-

profil verschiedener Täler und die Feststellung einerseits des Überganges talauf in die pleistozänen Moränen und andererseits des Auslaufens talab in die Küstenschotterfelder. Nach ersten Rekonstruktionen vermute ich im Zuge des Huasco-Tales die äußersten Quermoränenwälle dicht oberhalb Vallenar bei Imperial bajo in viel niedrigerem Niveau als die Angaben BRÜGGENS (1950) für das Tal von Elqui erwarten ließen. Andere Aufnahmen im Kleinen Norden stimmen damit überein, daß auch im subtropisch-trockenen Chile die morphogenetischen Höhenstufen während der Maximalvereisung eine bedeutend größere Depression erfahren haben, als man unter ähnlichen Breitenlagen bisher anzunehmen gewohnt war. Es haben sich zwar in den letzten Jahren die Angaben von verschiedenen Autoren über pleistozäne Schneegrenzdepressionen gemehrt, welche in die klassischen Konzeptionen nicht hineinpassen, und MORTENSEN (1957) fordert wie CAILLEUX auf, solche Beobachtungen unvoreingenommen zu veröffentlichen. Ich möchte dem aber in einer anderen Mitteilung nachkommen, um die Grundlagen, auf denen die Folgerungen beruhen, ausführlicher darlegen zu können, als es mir an dieser Stelle noch möglich ist.

Die Küstenterrassen und die in sie auslaufenden Schotterfelder lassen sich am besten aufnehmen in der Bucht von La Serena im Mündungsgebiet des Rio Elqui und in der Bucht von Tongoy, der alten Mündungsbucht des Rio Limari nördlich seines jungen, aufgelegten Durchbruches durch das Küstenbergland.

Die Terrassen bei La Serena sind seit DARWIN bekannt (BRÜGGENS 1950). In der Bucht von La Serena—Coquimbo selbst liegen zwei Niveaus in 8 bis 10 und in 20 m NN. Südlich Coquimbo findet sich noch eine durch die neuen Straßeneinschnitte wundervoll aufgeschlossene Abrasionsfläche in ca. 80 m NN. Diese marine Verebnungsfläche steigt landeinwärts zum Fuß des Berglandes auf ca. 130 bis 140 m NN an.

In der Bucht von Tongoy greift die höchste Verebnung, in eben demselben Niveau von 80 m beginnend, über den Akkumulationskörper des Rio Limari. An der Vorderkante ist deutlich der Übergang aus dem groben Vulkanitschotterkörper über graue Sande in Muschelbänke zu verfolgen. Nahe der Bucht ist der Schotterkörper in einem Kastental zerschnitten, in welchem marine Terrassenreste in 20 und in 40 m NN noch ein Stück weit talauf reichen. Das 10-m-Niveau von La Serena wurde dagegen nicht gefunden. Interessant ist die Oberfläche der höchsten Abrasionsterrasse. Sie steigt auf 12 km um 60 m (0,5%) bis 140 m an. Auf dieser Strecke erscheinen in wechselnden Abständen von 600 oder 1000 m ungefähr parallel zur Buchtlinie verlaufende, leicht verfestigte Wälle von Muschelbreccie von 1 bis 2 m relativer Höhe und 30 bis 50 m Breite, an welche sich landeinwärts nach einem Kalksandstreifen abflußlose, mit Lehmkrusten versehene flache Wannen anschließen. Man wird diese Formengruppe als Strandwälle einer langsamen Transgression auffassen können. An ihrem Ende schließt sich bei 140 m NN mit deutlich kleinerem Gefälle die Oberfläche des fluviatilen Schotterkörpers an.

Es dürfte interessant sein, die hier mitgeteilten Höhen der Küstenterrassen mit jenen zu vergleichen, die BOSWORTH (1922) bzw. SUTER (1927) für Talara und Paita in Peru, AUER (1957) unter

fläche über Vulkaniten abgelagert wurden und gegenwärtig nach einer Spiegelsenkung bis etwas unterhalb der alten Abrasionsfläche wieder von der Brandung aufgearbeitet werden.

Valdivia	Chile			Ostpatagonien (Auer 1957) bzw. Auer (1957) nach Feruglio (1956)	Peru (Suter 1927)		USA Maryland, Florida nach Cook in Daly (1934)	Europa Mittelwerte nach Zeuner (1952)
	Cobquecura nach Fuenzalida (1951)	Tongoy	La Serena (Brüggen 1950)		Talara	Paita		
10			8-10	6 8-10 14-15		Negritos-Tabl. 10-15	4 7,5 13	7,5 } Thyrrenien II 18 } (R./W. Interagl.)
20		20	20	18 20-25	33	Lobitos-Tabl. 20 Talara-Tabl. 45	21 30 52	30 } Thyrrenien I 60 } (M./R. Interagl.)
	³⁰ / ₄₀ - ⁶⁰ / ₈₀	40		40	90	Mancora-Tabl. 60-100	66 82	60 } Milazzen 100 } (G./M. Interagl.)
	90-160	80-140	80-140	70	150			100 } Sicilien
	200-320							180 } Calabrien

Hinweis auf FERUGLIO (1950) für Patagonien, COOK (1932) für die Südküste Nordamerikas und endlich ZEUNER (1952) für die europäischen Küsten angegeben haben.

Einerseits besteht eine deutliche Übereinstimmung zwischen den Werten verschiedener Punkte Südamerikas (Paita, Tongoy, La Serena bzw. Ostpatagonien), andererseits macht aber die Parallelisierung mit den europäischen Mittelwerten und damit die zeitliche Einordnung noch große Schwierigkeiten. Hinzu kommt, daß AUER (1957) außer der Bestätigung von interglazialen Meeresspiegeln des Thyrrenien II und III in 15-18 bzw. 7-8 m nach zahlreichen Konnektierungen der Sedimente in den angeschnittenen Küstenterrassen mit den durch Pollenanalysen zeitlich fixierten Eruptionsschichten Patagoniens nahelegt, daß alle Niveaus bis zur 25-m-Terrasse auch noch nacheiszeitlicher Entstehung sein können. Die Schwierigkeiten in dieser Hinsicht können in Nordchile überwunden werden, wenn systematisch fluvioglaziale Schotterkörper und eustatische Meeresterrassen an repräsentativen Stellen untersucht und in Verbindung gebracht worden sind. Als regionales Zwischenglied zwischen den Ergebnissen im Kleinen Norden Chiles und denen von der peruanischen Küste können die verschiedenen Abrasionsterrassen im Großen Norden, besonders die an der Halbinsel Mejillones nördlich von Antofagasta, ausgewertet werden, in deren Bereich auch das in Bild 8 wiedergegebene Felsenstück („La Portada“) steht, das m. W. in der Literatur noch nicht erwähnt ist. Es ist eingearbeitet in ungefähr 20 m mächtige junge Sedimente, die bei einem höheren Meeresspiegel auf einer Abrasions-

Literatur

- ALMEYDA-ARROYO, E.: Pluviometria de las zonas del desierto y de las estepas calidas de Chile. Santiago o. J.
- AUER, V.: Evolución postglacial del valle inferior del Rio Negro y variaciones cuaternarias de la linea constanera. Inst. de Suelos y Agrotecnica. Publ. Nr. 23. Buenos Aires 1952.
- AUER, V.: The Pleistocene of Fuego-Patagonia. Part I. The ice- and interglacial ages. Publ. Inst. Geogr. Univ. Helsingiensis Nr. 24, 1956.
- AUER, V.: Über die eustatische Bewegung des Meeresspiegels in Feuerland-Patagonien und anschließende Fragen. Stuttg. Geogr. Stud. Bd. 69. Hermann-Lautensach-Festschrift. Stuttgart 1957. S. 407-417.
- BERNINGER, O.: Wald und offenes Land in Südkhile seit der spanischen Eroberung. Geogr. Abh. R. 3, H. 1, Stuttgart 1929.
- BERNINGER, O.: Die ländlichen Siedlungen in Chile. In: Die ländlichen Siedlungen in verschiedenen Klimazonen, herausg. v. F. KLUTE, Breslau 1933.
- BOSWORTH, T. O.: Geology of the Tertiary and Quaternary Periods in the North-west Part of Peru. London 1922.
- BRÜGGEN, J.: Über den Ursprung der chilenischen Seen. Verh. Dt. Wiss. Ver. Santiago 6, 1920, S. 327-353.
- BRÜGGEN, J.: La cronologia de las épocas glaciales de Cordillera de los Andes. An. Univ. de Chile, 1928.
- BRÜGGEN, J.: Zur Glazialgeologie der chilenischen Anden. Geol. Rdsch. 20, 1929, S. 1-35.
- BRÜGGEN, J.: La Cronologia de las épocas glaciales de Chile. Rev. Univ. Santiago 1946, S. 27-39.
- BRÜGGEN, J.: Fundamentos de la Geología de Chile. Santiago 1950.
- COOKE, C. W.: Geology of Florida. Geol. Bull. Florida 29, 1945.
- DALY, R. A.: The Changing World of the Ice Age. Yale Univ. Press. New Haven 1934.
- DARWIN, Ch.: A Naturalist's Voyage round the World. London 1844.
- FUENZALIDA VILLEGAS, H.: Geografía Economica de Chile. Tomo I, Cap. II: Orografía und Cap. IV: Clima. Santiago 1950.

- FUENZALIDA VILLEGAS, H.: Las terrazas marinas en las Provincias de Linares y Maule. *Informaciones Geogr.* I, 1951, S. 12—13.
- HAUMANN-MERCK, L.: La forêt valdivienne et ses limites. *Rec. Inst. Botanique LEO ERRERA*, IX. Bruxelles, 1913.
- HELD, E., SCHUENEMANN, H. und VON PLATE, C.: Hundert Jahre deutsche Siedlung in der Provinz Llanquihue. Santiago 1952.
- JEFFERSON, M.: The rainfall of Chile. *Am. Geogr. Soc. Res. Ser. Nr. 7*. New York 1921.
- KENDREW, W. G.: *The Climates of the Continents*. 5th Ed. Oxford 1953, S. 473.
- KLUTE, F.: Wissenschaftliche Ergebnisse einer Studienreise nach Nordpatagonien und Nordchile. *Verh. d. 21. Dt. Geographentages in Breslau* 1925.
- KNOCH, K.: *Klimakunde von Südamerika*. Handb. d. Klimakunde, Bd. II, Teil G, Berlin 1930.
- KNOCH, W.: Jahres-, Januar- und Juli-Niederschlagskarte der Republik Chile. *Ztschrft. d. Ges. f. Erdk.* Berlin 1929, S. 208—216.
- KNOCH, W.: Chile. In: *Handb. d. Geogr. Wiss. Südamerika*. Wildpark-Potsdam 1930.
- KNOCH, W.: *Geographie von Chile und Landwirtschaft*. Deutsche Monatshefte für Chile 12, 1931, S. 301—312.
- LOUIS, H.: Über die ältere Formenentwicklung im Rheinischen Schiefergebirge, insbesondere im Moselgebiet. *Münchener Geogr. Hefte*. 2. Kallmünz/Regensburg 1953.
- MARTIN, K.: *Landeskunde von Chile*. 2. Aufl., herausg. v. Christoph Martin, Hamburg 1923.
- MATTHEI, A.: *Landwirtschaft in Chile*. Bielefeld u. Leipzig 1929.
- MEYER-RUSCA, W.: *Die Chilenische Schweiz*. Santiago 1950.
- MORTENSEN, H.: *Geographische Forschungsreise in Chile*. *Forsch. u. Fortschr.* 1927, S. 166—168.
- MORTENSEN, H.: *Der Formenschatz der nordchilenischen Wüste*. *Abh. d. Ges. d. Wiss. Göttingen*, Berlin 1927.
- MORTENSEN, H.: *Die Oberflächenformen der Winterregengebiete*. *Düss. Geogr. Vortr. u. Erörter.* 3. Abt. Morphol. d. Klimazonen, Breslau 1927, S. 37—46.
- MORTENSEN, H.: *Die Landschaft Mittelchiles*. *Verh. d. 22. Dt. Geogr. Tages Karlsruhe*. Breslau 1928.
- MORTENSEN, H.: *Das Formenbild der chilenischen Hochkordillere in seiner diluvial-glazialen Bedingtheit*. *Zeitschr. d. Ges. f. Erdk.* Berlin 1928, S. 98—111.
- MORTENSEN, H.: *Temperaturgradient und Eiszeitklima am Beispiel der pleistozänen Schneegrenzdepression in den Rand- und Subtropen*. *Zeitschr. f. Geom.* N. F. I, 1957, S. 44—56.
- MUNOZ-CHRISTI, J.: Chile. In: *Handbook of South American Geology*. Ed. WILLIAM, F. YENKS. *Geol. Soc. of Am.*; Memoir 65. New York 1956.
- PANZER, W.: *Brandungshöhlen und Brandungskehlen*. *Erdkunde* 3, 1949, S. 29—41.
- PANZER, W.: *Verwitterungs- und Abtragungsformen im Granit von Hongkong*. *Erg. u. Probl. moderner geogr. Forsch.* Hans-Mortensen-Festschrift. *Abh. d. Ak. f. Raumf. u. Landespl.* Bd. 28, 1954, S. 41—60.
- SALMI, M.: *Die postglazialen Eruptionsschichten Patagoniens und Feuerlands*. *Publ. Inst. Geogr. Univ. Helsingiensis* 6, 1941.
- SCHMITHÜSEN, J.: *Die räumliche Ordnung der chilenischen Vegetation*. In: *Forsch. in Chile*. *Bonner Geogr. Abh.* H. 17. Bonn 1956.
- SCHWABE, G. H.: *Aportes a la ecologia regional*. *Bol. Soc. Biol. d. Concepción* 27, 1952, S. 169—179.
- SCHWABE, G. H.: *Die ökologischen Jahreszeiten im Klima von Mininco (Chile)*. In: *Forsch. in Chile*. *Bonner Geogr. Abh.* H. 17. Bonn 1956.
- SUTER, H.: *Einige Bemerkungen über die stratigraphische Stellung der peruanischen Tablazoformationen*. *Centralbl. f. Min. Geol. u. Paläont.* 1927 B., S. 269—277.
- TROLL, C.: *Die jungglazialen Schotterfluren im Umkreis der deutschen Alpen*. *Forsch. z. dt. Landes- u. Volkskde.* 24/4. Stuttgart 1926.
- TROLL, C.: *Der asymmetrische Aufbau der Vegetationszonen und Vegetationsstufen auf der Nord- und Südhalbkugel*. *Ber. Geobot. Forsch. Inst. Rübel in Zürich* f. 1947. Zürich 1948.
- WEISCHET, W.: *Die Baumneigung als Hilfsmittel zur geogr. Bestimmung der klimatischen Windverhältnisse*. *Erdk.* V, 1951, S. 221—227.
- WEISCHET, W.: *Ultima Esperanza (Departamento Magallanes/Chile)*. *Die Erde*. *Ztschrft. d. Ges. f. Erdk.* Berlin 88, 1957, S. 128—138.
- WEISCHET, W.: *Studien über den glazial bedingten Formenschatz der südchilenischen Längssenke im West-Ost-Profil beiderseits Osorno*. *Pet. Geogr. Mitt.* 1958 (a). S. 161—172.
- WEISCHET, W.: *Zwei geomorphologische Querprofile durch die südliche chilenische Längssenke*. *Verh. u. Wiss. Abh. Dt. Geogr. Tag Würzburg 1957*. Wiesbaden 1958 (b).
- WILHELMY, H.: *Eiszeit und Eiszeitklima in den feucht-tropischen Anden*. *Geomorphologische Studien*, Machatschek-Festschrift. *Pet. Mitt., Erg. H.*, Nr. 262 S. 281—310. Gotha 1957.
- ZEUNER, F. E.: *Pleistocene shore-lines*. *Geol. Rdsch.* 40, 1952, S. 39—50.

DIE LÄNDLICHE KULTURLANDSCHAFT DER HEBRIDEN UND DER WESTSCHOTTISCHEN HOCHLANDE

HARALD UHLIG

Mit 5 Abbildungen und 16 Bildern

The cultural landscape of the Hebrides and the Highlands of Western Scotland

Summary: The author, who for some years has carried out comparative cultural geographical investigations of the regions of Celtic retreat in the British Isles and Brittany, presents here results of his investigations in north-western Scotland in whose out-of-the-way location many past forms still exert their influence on the present landscape.

In the first section the difficulties of relief and climate, of mossy or rocky soils, and the influences of climate and man on the restricted arable land are described. The extremes of the local climate on the one hand prohibited permanent cultivation on the "machair" soils, and resulted in desiccation and formation of sand dunes, whereas on the other hand on damp sites such as the Isle of Jura reed and sphagnum growth could still be observed on land which had been under the plough for about ten years. Inimical nature is however not the only reason for the difficult