

BONNER GEOGRAPHISCHE ABHANDLUNGEN

Herausgegeben vom Geographischen Institut der Universität Bonn

durch Carl Troll und Fritz Bartz

Schriftleitung: Helmut Hahn

Heft 17

J. Schmithüsen, E. Klapp und G. H. Schwabe

Forschungen in Chile

1956

Im Selbstverlag des Geographischen Instituts
der Universität Bonn

Bonner Geographische Abhandlungen

Herausgegeben vom Geographischen Institut
der Universität Bonn

durch Carl Troll und Fritz Bartz
Schriftleitung: Helmut Hahn

Heft 17

J. Schmithüsen, E. Klapp und G.H. Schwabe

Forschungen in Chile

1956

Im Selbstverlag des Geographischen Instituts
der Universität Bonn

Schmitbüsen, Klapp, Schwabe / Forschungen in Chile

Heft 17

Forschungen in Chile

1936

Im Selbstverlag des Geographischen Instituts
der Universität Bonn

Forschungen in Chile

Mit 24 Abbildungen, 64 Bildern auf Kunstdrucktafeln
und zahlreichen Tabellen

Mit Beiträgen von

Josef Schmithüsen, Ernst Klapp
und G. Helmut Schwabe

Im Selbstverlag des Geographischen Instituts
der Universität Bonn

1956

Gedruckt mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft

Mit 24 Abbildungen, 24 Bildern zur Kartenherstellung
und zahllosen Tabellen

Mit Beiträgen von

Josef Schmitz, Franz Kapp

und G. Helmuth Schwabe

Alle Rechte vorbehalten

Im Selbstverlag des Geographischen Instituts

Satz und Druck: Richard Mayr, Würzburg

1936

A la nueva Universidad Austral de Chile (Valdivia)

El Instituto Geográfico
de la Universidad
de Bonn



Inhalt

	Seite
<i>Josef Schmithüsen:</i> Die räumliche Ordnung der chilenischen Vegetation	1
<i>Ernst Klapp:</i> Futterbau und Futterwirtschaft in Chile zwischen dem 30. und 42. ° s. Br.	87
<i>G. Helmut Schwabe:</i> Die ökologischen Jahreszeiten im Klima von Mininco (Chile)	139



Prólogo del editor

La nación chilena, angosta faja de tierra situada entre la costa del Pacífico y los Andes que se extiende desde los 18° hasta los 57° de latitud Sur en una longitud de 4.300 kilómetros, pasando así del dominio tropical periférico al subantártico, constituye un lugar ideal para todo género de investigaciones geográficas y naturales. La sucesión de las zonas climáticas, que van desde el desierto más seco de la Tierra hasta las regiones más lluviosas del hemisferio Sur, y los espacios económicos correlativos, con el valle longitudinal chileno — verdadero corazón del país — en el centro y las zonas complementarias del Norte y del Sur, forman un conjunto natural y económico muy variado, y, sin embargo, armoniosamente articulado.

Habida cuenta la larga tradición que une a la ciencia alemana con Chile, es natural que, tras el dilatado paréntesis impuesto por la guerra y la postguerra, vuelva a despertarse, con más intensidad si cabe, un acusado interés por Chile en los círculos científicos alemanes. En el volumen presente se han reunido tres trabajos que, siguiendo esta tendencia, han tenido su origen en los últimos años. Los dos primeros reproducen los resultados de sendos viajes de estudio por amplias zonas de Chile, realizados, el uno de 1952 a 1953 por el Professor *J. Schmithüsen*, geógrafo de la Escuela Superior Técnica de Karlsruhe, y el otro en 1954 por el Professor de Agronomía y Herbicultura en la Universidad de Bonn, *E. Klapp*, especialista en cuestiones de práticamente. El tercer trabajo es el resultado de investigaciones sobre ecología agrario-climática, llevadas a cabo durante los mismos años en la Estación de ecología experimental de la Universidad de Concepción en Mininco, por *G. H. Schwabe*, actualmente Profesor de Biología General en la Universidad Austral de Valdivia.

Los tres estudios son francamente afines y complementarios, y constituyen una importante contribución al conocimiento de la biogeografía, ecología vegetal y agricultura de Chile. *J. Schmithüsen* analiza la distribución de las regiones vegetales de Chile en relación con las condiciones climáticas (temperatura, precipitaciones, duración de la aridez y de la humedad, nieblas, evolución estacional del clima con las épocas favorables y desfavorables para la vegetación), para terminar con la historia evolutiva de la flora chilena.

E. Klapp, valiéndose de un serie de ejemplos prácticos, estudia en la amplia zona que se extiende entre La Serena y Puerto Montt, los problemas que plantean el cultivo de plantas forrajeras y la práticamente, en relación con las condiciones naturales y la técnica agraria empleada. En general, las dificultades que tiene planteadas la ganadería chilena se deben a que en todos los terrenos de secano el crecimiento de las plantas forrajeras

está sometido a dilatadas interrupciones: en el Norte, por la sequía estival; en el Sur, a causa de las bajas temperaturas invernales. Pero el que por otra parte, el ganado pueda pastar al aire libre a lo largo de todo el año sin que se haga necesaria la estabulación, debido a lo templado de los inviernos, trae como consecuencia grandes oscilaciones y mermas en los rendimientos, así como graves daños, provocados por el excesivo aprovechamiento de los pastos (erosión del suelo y exceso de malas hierbas). El autor pone de relieve la diversidad de situaciones existente en cada zona climática, logrando así la conexión con el trabajo climático-botánico de Schmithüsen. Pasa después el autor a proponer soluciones prácticas para la evitación o atenuación de los daños producidos, mediante la aplicación de procedimientos encaminados a proteger el aprovechamiento — utilizados con éxito en otros países —, tales como períodos de descanso en el apacentamiento, estabulación periódica con reservas de forraje, abonado de los prados, etc., pasando directamente con ello a la cuestión de la melioración y planificación agrarias.

G. H. Schwabe se dedica a estudiar las variaciones estacionales del crecimiento — tan importantes para la economía ganadera chilena —, sirviéndose para ello de las mediciones climático-ecológicas y ensayos en campo abierto realizados en la Estación experimental de Mininco, donde el autor ha estudiado también el especial comportamiento de las plantas cultivadas y de otros tipos de plantas de procedencia exótica bajo las condiciones especiales del medio físico chileno („chilenismos de la naturaleza“). La evolución estacional se verifica agraria y ecológicamente, en 5 períodos, alternando las épocas de crisis con aquellas en las que predomina el impulso de crecimiento. Estos períodos son: el período del invierno fresco y lluvioso con interrupción del crecimiento; el período primaveral de condiciones óptimas, con temperaturas crecientes y reservas abundantes de agua en el suelo; la crisis preestival con disminución de la provisión de agua; la acentuada sequía estival con aumento de la temperatura, escasez de precipitaciones y vientos secos; el impulso postestival, al iniciarse el período de lluvias y ser aún las temperaturas suficientemente elevadas.

La Universidad de Bonn quiere dedicar las presentes „Investigaciones en Chile“ como presente de nacimiento, a la recién fundada Universidad Austral de Chile, toda vez que en ella van a cultivarse con especial intensidad la Biología, la Agronomía y la Selvicultura. Los trabajos presentes han servido ya de estímulo para nuevas investigaciones acá y allá. Ojalá sigan dando sus frutos en la prosecución del intercambio personal y científico.

Bonn, Mayo 1956

Carl Troll

Vorwort des Herausgebers.

Das Land Chile, das sich als recht schmaler Streifen Landes zwischen der Küste des Pazifik und den Hochanden von 18° bis 57° südlicher Breite und damit über 4300 km von den Randtropen bis zur Subantarktis erstreckt, ist ein modellartiger Raum für geographische und naturkundliche Forschungen jeder Art. Die Aufeinanderfolge der Klimazonen von der trockensten

Wüste der Erde bis zu den regenreichsten Landschaften der Südhalbkugel und die entsprechenden, sich gegenseitig ergänzenden Wirtschaftsräume mit dem Kernlande des chilenischen Längstales in der Mitte und den randlichen Ergänzungsgebieten im Norden und Süden ergeben ein naturräumlich und wirtschaftlich vielseitiges und doch harmonisch gegliedertes Staatsgebiet.

Bei der alten Tradition, die die deutsche Wissenschaft mit Chile verbindet, ist es verständlich, daß sich nach der längeren Unterbrechung der Kriegs- und Nachkriegsjahre in der deutschen Wissenschaft wieder ein starkes Interesse für Chile regte, das sich seither immer mehr gesteigert hat. In dem vorliegenden Bande sind drei Arbeiten zusammengefaßt, die im Zuge dieser Entwicklung in den letzten Jahren entstanden. Die beiden ersten stellen Ergebnisse von Studienreisen dar, die Professor *J. Schmithüsen*, Geograph an der Technischen Hochschule Karlsruhe, 1952/53 und der Professor für Acker- und Pflanzenbaulehre an der Universität Bonn und besonderer Spezialist für Grünlandfragen *E. Klapp* 1954 in großen Teilen Chiles ausführen konnten. Die dritte Arbeit entstammt ökologisch-agrarökologischen Forschungen, die der jetzt an der Universidad Austral de Chile in Valdivia wirkende Professor für allgemeine Biologie *G. H. Schwabe* in den gleichen Jahren auf der ökologischen Versuchsstation der Universität Concepción in Mininco ausgeführt hat.

Die drei Forschungen haben enge Berührungspunkte und ergänzen sich zu einem wichtigen Beitrag zur Biogeographie, Klimatologie, Pflanzenökologie und Landwirtschaft von Chile. *J. Schmithüsen* analysiert die Verbreitung der Vegetationsregionen ganz Chiles in Beziehung zu den klimatischen Gegebenheiten (Temperatur, Niederschlag, Dauer der Aridität und Humidität, Nebel, jahreszeitlicher Ablauf des Klimas mit den für die Vegetation günstigen und ungünstigen Zeiten) und schließlich die Entwicklungsgeschichte der chilenischen Flora.

E. Klapp studiert in dem weiten Raum zwischen La Serena und Puerto Montt an einer Serie von praktischen Beispielen die Probleme des Futterbaues und der Weidewirtschaft in ihrer Abhängigkeit von den natürlichen und agrartechnischen Gegebenheiten. Schwierigkeiten in der Viehwirtschaft Chiles ergeben sich ganz allgemein daraus, daß auf allen nichtbewässerten Ländereien der Futterzuwachs großen Unterbrechungen unterworfen ist, im Norden durch die Sommerdürre, im Süden durch die kühlen Winter, daß andererseits aber infolge der milden Winter ganzjähriger Weidegang ohne Stallhaltung möglich ist, was große Schwankungen und Ausfälle des Ertrages und schwere Schäden der Überweidung (Bodenerosion und Überhandnehmen der Unkräuter) zur Folge hat. Die in den einzelnen Klimazonen ganz verschiedene Situation ist herausgearbeitet und damit der Anschluß an die klimatisch-vegetationskundliche Arbeit von Schmithüsen gewonnen. Der Verfasser macht praktische Vorschläge zur Behebung oder Milderung der bestehenden Schäden durch Anwendung von schonenden Nutzungsverfahren, die sich in anderen Ländern bewährt haben, wie Ruhepausen in der Beweidung, periodische Stallhaltung mit Futterreserven, Düngung von Weideland etc., und greift damit unmittelbar in die Fragen der landwirtschaftlichen Melioration und Planung ein.

Den in der Viehwirtschaft Chiles so bedeutsamen jahreszeitlichen Schwankungen des Wachstums geht G. H. Schwabe durch Freilandversuche und klimaökologische Messungen auf der Versuchsstation Mininco nach, wo er auch das besondere Verhalten fremdländischer Kultur- und anderer Gewächse unter den besonderen Umweltbedingungen Chiles („Chilenismen der Natur“) studiert hatte. Die jahreszeitliche Entwicklung verläuft agrarökologisch in fünf Perioden abwechselnder Krisenzeiten und Zeiten des Wachstumsimpulses: die Zeit der regenreichen und kühlen Winter mit Wachstumshemmung, der Frühjahrsimpuls mit optimalen Bedingungen bei steigender Temperatur und genügenden Wasserreserven im Boden, die Frühsommerkrise bei abnehmender Wasserversorgung, die Sommerdürre bei hoher Wärme, mangelnden Niederschlägen und trockenen Winden, der Spätsommerimpuls bei beginnender Regenzeit und noch ausreichenden Temperaturen.

Die vorliegenden „Forschungen in Chile“ seien von der Universität Bonn der neugegründeten Universidad Austral de Chile als Geburtstagsgeschenk gewidmet, zumal sich diese Universität auch sehr stark den Fragen der Biologie und der Agrar- und Forstwissenschaft widmen soll. Die vorliegenden Arbeiten haben bereits zu neuen Forschungen hüten und drüben Anregung gegeben und mögen in der Fortsetzung des wissenschaftlichen und persönlichen Austausches weiterhin ihre Früchte tragen.

Bonn, Mai 1956

Carl Troll

Inhalt

Die räumliche Ordnung der chilenischen Vegetation (von *J. Schmithüsen*)

I. Einleitende Übersicht	1
II. Die einzelnen Vegetationsgebiete	8
1. Das Vegetationsgebiet der subtropischen xerophytischen hochandinen Formationen	8
2. Der Wüstengürtel	9
3. Das Vegetationsgebiet der subtropischen Zwergstrauchformationen des Kleinen Nordens	15
4. Das Vegetationsgebiet der an Frühlingshygrophyten reichen Strauch- und Zwergstrauchformationen des Kleinen Nordens	17
5. Das Vegetationsgebiet der subtropischen Dornstrauch-Sukkulenten-Formationen des Kleinen Nordens	21
6. Das Vegetationsgebiet der subtropischen Hartlaub- und Trockengehölze Mittelchiles	22
A. Die Waldgesellschaften des Cryptocaryonverbandes	25
a) Der typische Bellotowald (<i>Beilschmiedetum miersii typicum</i>)	26
b) Der bodenfeuchte Bellotowald (<i>Beilschmiedetum miersii osmorrhizetosum</i>)	26
c) Die Peumowälder des südlichen Hartlaubgürtels	27
d) Der Peuma-Lucumabusch	27
B. Die Pflanzengesellschaften des Lithraeonverbandes	28
a) Der Boldowald	28
b) Der Quillaiwald	28
c) Die Espinales	29
d) Die Palmares	31
C. Sonstige Gehölzgesellschaften des Hartlaubgebietes. Höhengliederung in den Anden und nördliche Waldgrenze	32
7. Das Vegetationsgebiet mit sommergrünen Laubwäldern der gemäßigten Zone	34
8. Das Vegetationsgebiet der immergrünen Regenwälder der gemäßigten Zone	38
a) Der valdivianische Regenwald	39
b) Der nordpatagonische Regenwald	43
c) Der subantarktische Regenwald	44
9. Das Vegetationsgebiet der subantarktischen Strauch- und Moostundren	44
10. Das Vegetationsgebiet der subantarktischen sommergrünen Laubwälder	44
a) Der <i>NOTHOFAGUS PUMILIO</i> -Gürtel	45
b) Der <i>NOTHOFAGUS ANTARCTICA</i> -Gürtel	45
11. Das Vegetationsgebiet der ostpatagonischen Strauchsteppe	45
12. Das Vegetationsgebiet der südandinen Hochgebirgsformationen	46
III. Klima und Vegetationsgliederung	46
1. Allgemeines	50
2. Die Temperaturverhältnisse	50

3. Die Niederschlagsverhältnisse	54
4. Die Nebel an den nordchilenischen Küsten	57
5. Die Jahreszeiten und der vegetationsökologische Gesamtcharakter der Klimate	63
IV. Floristische Gliederung und Entwicklungsgeschichte der Vegetationsgebiete	
1. Die Florenbestandteile	67
A. Sippen mit mehr oder weniger weltweiter Verbreitung und solche, die zu den Florenreichen der Gegenwart keine Beziehungen erkennen lassen	68
B. Sippen von antarktischer, austral-antarktischer oder allgemein süd-hemisphärischer Verbreitung oder Herkunft	69
C. Sippen von neotropischer oder allgemein tropischer Verbreitung oder Herkunft	70
a) Die neotropische Waldflora	70
b) Die neotropische Xerophytenflora	71
D. Sippen von vorwiegend holarktischer oder holarktisch-amerikanischer Verbreitung oder Herkunft	72
2. Die räumliche Ordnung der Flora als Ausdruck der Vegetationsgeschichte	72
Literatur	84

Futterbau und Futterwirtschaft in Chile zwischen dem 30. und 42.° s.Br.
(von *E. Klapp*)

I. Bemerkungen zur Landesnatur	87
II. Beispiele für Futterwirtschaft und Futterbau	93
1. Hinterland von Coquimbo - La Serena	93
a) Nicht bewässertes Land	93
b) Bewässertes Land	94
2. Rio Aconcagua bis Rio Maule	97
a) Nicht bewässertes Land	97
b) Bewässertes Land	100
3. Übergangsgebiet (Laja-Heide und Frontera)	104
a) Trockenland im westlichen Malleco	105
b) Bewässertes Land	109
c) Ebene Lagen zwischen Rio Itala und Rio Toltén	110
4. Osorno - Llanquihue	115
a) Natürliche Futterquellen	116
b) Angesäte Futterflächen	116
5. Kordillerefuß	120
III. Zusammenfassende Betrachtungen.	
a) Die natürlichen Futterquellen und der Feldfutterbau	125
b) Die einzelnen Agrarlandschaften	130
c) Der gegenwärtige Stand der Futterversorgung	132
Literatur	137

Die ökologischen Jahreszeiten im Klima von Mininco (Chile)
(von *G. H. Schwabe*)

1. Zur ökologischen Sonderartung der Region	
a) Einige „Chilenismen der Natur“	139
b) Die klimatische Diskordanz und ihre ökologischen Folgen	140

2. Das meteorologisch-mikroklimatische Material	
a) Die örtlichen Bedingungen	142
b) Die Meßreihen	144
c) Abkürzungen	145
3. Der Gang der meteorologischen Faktoren im Beobachtungsjahr 1953/54.	
a) Die Mittelwerte zweier Nachbarstationen als Vergleichsgrundlage	146
b) Temperaturen und Niederschläge in Mininco 1953/54	149
c) Sonnenstrahlung und t-Amplituden	154
d) Luftfeuchtigkeit und Wind	156
e) Jahresgang der Temperaturen und t-Amplituden in Isoplethendarstellung	156
f) Mittelwertprofile der kennzeichnenden Monate und des Jahres	158
4. Das Ortsklima in ökologischer Sicht.	
a) Die ökologischen Krisen des Jahres	160
b) Die Winterkrise des nackten Bodens	162
c) Der Frühjahrsimpuls	165
d) Die Frühsommerkrise	167
e) Die Sommerdürre	170
f) Der Spätsommerimpuls	172
g) Der Jahresrhythmus als Ganzes	173
5. Zusammenfassung	181
Literatur	183
Resúmenes en español:	
La distribución regional de la vegetación chilena (<i>J. Schmithüsen</i>)	185
Cultivo y economía de las plantas forrajeras en Chile, entre los 30° y los 40° de latitud Sur. (<i>E. Klapp</i>)	188
Aportación al conocimiento ecológico del año 1953/54 en Mininco (Chile) a base de promedios mensuales meteorológicos y microclimáticos. (<i>G. H. Schwabe</i>)	190

Verzeichnis der Abbildungen und Bilder

zum Aufsatz von *J. Schmithüsen*:

	Seite
Abb. 1: Die chilenischen Vegetationsgebiete	6
Abb. 2: West-östliche Höhenprofile der Vegetation des mittleren Chile	37
Abb. 3: Meridionales Höhenprofil der Vegetationsgürtel am Westabfall der Anden in Chile	41
Abb. 4: Die mittleren jährlichen Niederschlagsmengen in Chile	55
Abb. 5: Vegetationsprofil an der Küste nördlich von Tocopilla bei 22° s. Br. mit der Verbreitung des Nebels am 1. 9. 1952 10 h	58
Abb. 6: Vegetationsprofil der Halbinsel Mejillones mit der Verbreitung des Nebels am 4. 9. 1952 17 h	59
Abb. 7: Die Lage der Nebeldecke an der Küste südlich von Fray Jorges am 23. 11. 1952 15.30 h aus 1500 m Höhe von der Landseite aus gesehen	62
Abb. 8: Meridionales Höhenprofil der Vegetation an der nordchilenischen Küste mit Angabe der Lage des nördlichsten sommergrünen Laubwaldes an der Campana	63
Abb. 9: Kartogramm der in den chilenischen Vegetationsgebieten wirksamen ungünstigen Klimafaktoren	65
Abb. 10: Schema der räumlichen Anordnung verschiedener Elemente der Gehölzflora im mittleren Chile	74

Bild 1: Dorngehölz mit <i>PROSOPSIS JULIFLORA</i> bei Arica	Anhang
Bild 2: Nebelvegetation nördlich von Tocopilla	Anhang
Bild 3: Pflanzenlose Wüste nördlich von Aguas Blancas	Anhang
Bild 4: „Blühende Wüste“ bei Copiapó	Anhang
Bild 5: Weidevieh in der blühenden „Pampa“ südlich von Copiapó	Anhang
Bild 6: Nach Regen blühende Lomaformation der Küstenkordillere von Totoral	Anhang
Bild 7: Zwergstrauchformation bei Hualcana	Anhang
Bild 8: Dornstrauch-Sukkulente-Formation im Hurtadotal	Anhang
Bild 9: Dornstrauch-Sukkulente-Formation nördlich von Illapel	Anhang
Bild 10: Kräuterflur nach Regen nördlich von La Serena	Anhang
Bild 11: Frühlingsblüte südlich von La Serena	Anhang
Bild 12: Artenreiche Strauchformation am Ostfuß des Höhenzuges von Fray Jorge	Anhang
Bild 13: Blick von Osten auf den südlichen Teil der Höhen von Fray Jorge	Anhang
Bild 14: Hartlaubwald zwischen Quilimari und La Ligua	Anhang
Bild 15: Dichter Bestand von <i>JUBAEA SPECTABILIS</i> im Tal von Cocalán	Anhang
Bild 16: Alter Stamm von <i>CRYPTOCARYA RUBRA</i> im Cocalántal	Anhang
Bild 17: Nebelwald auf dem Kamm der Höhe von Fray Jorge mit <i>AEXTOXICUM PUNCTATUM</i> und <i>MYRCEUGENIA CORREIFOLIA</i>	Anhang
Bild 18: Hartlaub-Nebelwald bei Palos Quemados	Anhang
Bild 19: Hartlaubwald bei Olmué	Anhang
Bild 20: Nördlichste Vorkommen des sommergrünen Laubwaldes am Südhang der Campana	Anhang
Bild 21: Espinal an der Cuesta San Vicente bei Melipilla	Anhang
Bild 22: Bodenerosion infolge von Ackernutzung im Tal von Mininco	Anhang
Bild 23: Aufforstung mit <i>PINUS INSIGNIS</i> auf ehemaligem Ackerland bei Mininco	Anhang
Bild 24: Palmenbestand im Cocalántal mit Unterholz	Anhang
Bild 25: Bewirtschaftete Fläche in der Talbodenstufe des Diguillintales	Anhang
Bild 26: <i>NOTHOFAGUS ANTARCTICA</i> an der Baumgrenze des Cerro Petroquines	Anhang
Bild 27: Waldstufen im Diguillintal	Anhang
Bild 28: Weidewirtschaft im Gebiet der sommergrünen Laubwälder	Anhang
Bild 29: Dünenwald an der Westküste von Chiloé	Anhang
Bild 30: <i>AEXTOXICUM-EUCRYPHIA CORDIFOLIA</i> -Wald im Puntiajudotal	Anhang
Bild 31: In Blöcke gespaltener Alerce Stamm	Anhang
Bild 32: Lianenreicher immergrüner Regenwald bei Puntra (Chiloé)	Anhang
Bild 33: <i>NOTHOFAGUS DOMBEYI</i> -Wald am Todos los Santos See	Anhang
Bild 34: <i>FITZROYA PATAGONICA</i> westlich von La Union	Anhang
Bild 35: Durch Abwehung des Dünenandes freigelegter Stamm von <i>GUNNERA CHILENSIS</i> an der Westküste von Chiloé	Anhang
Bild 36: Frische Brandrodung („roce“) im Urwald von Chiloé	Anhang
Bild 37: Luvseitiger Rand von Abb. 29	Anhang
Bild 38: <i>NOTHOFAGUS ANTARCTICA</i> nahe an der Trockengrenze des subantarktischen Sommerwaldes am Morro Chico	Anhang
Bild 39: Durch die Schafweidewirtschaft aufgelichteter Grenzgürtel des Waldes gegen die ostpatagonische Steppe	Anhang

Zum Aufsatz von E. Klapp

Bild 1: <i>ACACIA CAVENIA</i> — Weide am Kordillerenfluß	Anhang
Bild 2: Bewässerungsoase östlich La Serena	Anhang
Bild 3: Luzernebewässerung nahe Santiago	Anhang
Bild 4: Zertretene Neuansaat bewässerter Luzerne	Anhang
Bild 5: „Cardos“ (<i>CYNARA</i>) als Überbeweidungsunkraut in zweijähriger Luzerne	Anhang
Bild 6: <i>GALEGA OFFICINALIS</i> als Überbeweidungsunkraut in Rotklee	Anhang
Bild 7: Brombeere („Zarzamora“) als Weideunkraut	Anhang
Bild 8: Rubusbekämpfungstrupp	Anhang
Bild 9: Weizenfelder in Malleco	Anhang
Bild 10: Weizenfelder in Malleco mit frischen Erosionsrinnen	Anhang
Bild 11: Erosionsschluchten infolge ständigen Weizenbaues am Hang	Anhang
Bild 12: Erfolg der Schonung	Anhang
Bild 13: Chusquea-Mantel (<i>Colihue</i>)	Anhang
Bild 14: Ñadi-Vegetation	Anhang
Bild 15: „Wurm“-Schäden	Anhang
Bild 16: Im Rodungsbetrieb	Anhang

Zum Aufsatz G. H. Schwabe

	Seite
Abb. 1: Kartenskizze zur Lage von Mininco	143
Abb. 2: Die Monatsmittelwerte der Lufttemperatur und die monatlichen Niederschlagssummen	146
Abb. 3: Die der vorigen Abb. entsprechenden Werte von Mininco aus dem Beobachtungsjahr 1953/54	152
Abb. 4: Die Monatsmittelwerte der höchsten und niedrigsten Temperaturen in 1 cm Bodentiefe	153
Abb. 5: Die monatsmittleren Temperaturamplituden der Luft und des Bodens	154
Abb. 6: Der Jahresgang 1953/54 der relativen Luftfeuchte in Isoplethendarstellung	156
Abb. 7: Der Jahresgang 1953/54 der Bodentemperaturen in Isoplethendarstellung	157
Abb. 8: Die monatsmittleren Tagesamplituden der Bodentemperaturen in Isoplethendarstellung	157
Abb. 9: Temperaturprofile des Bodens mit zugehörigen Lufttemperaturen	159
Abb. 10: Der Frühjahrsimpuls im Höhenzuwachs von Senf verschiedener Aussaatzeiten	166
Abb. 11: Der Frühjahrsimpuls im relativen Gewichtszuwachs junger Brombeertriebe	167
Abb. 12: Schema der regionalen Gliederung des Vegetationsjahres	174
Abb. 13: Anomale seitliche Verzweigung der Pfahlwurzel von <i>ECHIMUM VULGARE</i> in offenem Gelände in Mininco	175
Abb. 14: Die Beziehung zwischen Pflanzenertrag und Regengenuß und Sonnenscheindauer bei einer 19 Stufen umfassenden Aussaat	178
Bild 1: Bodenstation und Wetterhütte in Mininco	Anhang
Bild 2: Basale Rosetten von <i>ECHIMUM VULGARE</i>	Anhang
Bild 3: Ein Arrayan-Zweig (<i>MYRCEUGENIA APICULATA</i>)	Anhang

- Bild 4: Erlenblätter (*ALNUS GLUTINOSA*) aus Villarica Anhang
- Bild 5: Entwicklung von Rosetten aus Blütensprossen von *ECHIUM VULGARE* Anhang
- Bild 6: Abnormale Verlängerung von Blütenzweigen nicht völlig vertrockneter Blütensprossen von *ECHIUM VULGARE* Anhang
- Bild 7a: Durch Spätsommerimpuls entfaltete Blüten neben reifen Früchten (*SAMBUCUS NIGRA*) Anhang
- Bild 7b: Neben den reifen Früchten der Haselnuß (*CORYLUS AVELLANA*) sind die sich später entfaltenden männlichen Blüten schon sehr weit entwickelt Anhang
- Bild 8: Zur Entwicklung von Kugelschirmformen neigende ausländische Arten (*PINUS RADIATA*) Anhang

Die räumliche Ordnung der chilenischen Vegetation

Josef Schmithüsen

Mit 10 Abbildungen und 39 Bildern

I. Einleitende Übersicht

In dieser Arbeit wird versucht, unter vorwiegend geographischen Gesichtspunkten eine Übersicht über die räumliche Ordnung der chilenischen Vegetation und einen Einblick in einige Probleme, die diese dem Biogeographen darbietet, zu geben. Die Grundlage bilden Beobachtungen von einer Studienreise, bei welcher der Verfasser von Mai 1952 bis März 1953 große Teile des Landes gesehen hat. Für viele Anregungen und liebenswürdige Hilfe bei der Einarbeitung in die chilenische Flora dankt der Verfasser herzlichst den Herren *Garaventa* (Limache), *Hartwig* (Santiago), *Jiles* (Ovalle), *Kausel* (Santiago), *Looser* (Santiago), *Magens* (Punta Arenas), *Meyer-Rusca* (Osorno), *Pfister* (Concepción), *Schwabe* (Valdivia) und *Wagenknecht* (La Serena).

Die Forschungsziele der Reise waren in erster Linie landschaftskundlicher Art. Doch führten sie zwangsläufig auch zu Studien über spezielle pflanzengeographische Fragen. Diese zielten vor allem darauf ab, die Prinzipien der räumlichen Anordnung der Vegetationseinheiten zu erkennen. Bei diesem Versuch, einen Überblick über die chilenischen Vegetationsgebiete zu gewinnen, stellte sich andererseits heraus, daß die landschaftsräumliche Betrachtung auch einen Beitrag zu vegetationsgeschichtlichen Fragen zu liefern vermag. Aus der Sicht des Geographen, der bemüht sein muß, alle Erscheinungen, die in einem Erdraum vereinigt sind, zugleich ins Auge zu fassen, ergeben sich zum Teil von den bisherigen Ansichten abweichende Vorstellungen über die Vorgeschichte des gegenwärtigen Vegetationsbildes. Wenn auch einige dieser Ausführungen vorerst im Bereich der Hypothese bleiben müssen, und obwohl bisher weder das eigene Beobachtungsmaterial noch die Literatur vollständig verarbeitet werden konnten, so hat der Verfasser sich doch entschlossen, das Bild, so wie es sich ihm darstellt, zunächst einmal vorläufig zu skizzieren. Wenn damit eine Diskussion und vielleicht auch Widerspruch ausgelöst wird, so kann das für die endgültige Lösung der angeschnittenen Fragen nur förderlich sein.

Es möge also diese Arbeit als Bericht über den Aufbau und die Gedankengänge einer noch in den Anfangsstadien befindlichen Untersuchung aufgefaßt werden. Nach der Aufbereitung des von der Reise mitgebracht-

ten Herbariums und der dann erst möglichen Auswertung der pflanzensoziologischen Bestandesaufnahmen werden die hier dargelegten Auffassungen eingehender dargestellt und belegt werden können. Das bisher Gesagte soll auch die ungleiche Ausführlichkeit, mit der die verschiedenen Gebiete und Probleme behandelt werden, erklären. Einerseits kommt es hier mehr darauf an, die prinzipiellen Züge als die Details des chilenischen Vegetationsbildes herauszuarbeiten. Auf der anderen Seite dürfte es jedoch verständlich sein, daß für diejenigen Gebiete, mit denen der Verfasser sich besonders beschäftigt hat, auch speziellere Vegetationsschilderungen eingeflochten werden.

Die großen Züge der naturräumlichen Gliederung Chiles werden in erster Linie durch das Relief und das Klima bestimmt. Die Gesteinsverhältnisse sind demgegenüber weniger ausschlaggebend. Sie bestimmen mehr die örtlichen Unterschiede und werden daher im allgemeinen erst bei der Betrachtung in einem größeren Maßstab wichtig.

Das Klima seinerseits wird durch die Höhenunterschiede und die Oberflächenformen entscheidend mit geprägt. Neben der Höhenlage der einzelnen Teile des Landes über dem Meeresspiegel ist dabei vor allem deren Luv- oder Leewirkung für den Klimacharakter wesentlich. Für die örtliche räumliche Gliederung spielt die Wirkung der Exposition oft eine sehr erhebliche Rolle.

Die klimazonale Gliederung könnte daher mit einem gewissen Recht allein dazu benutzt werden, die Leitlinien für den ersten Überblick über die großen Naturräume abzugeben. Jedoch sind die klimatologischen Unterlagen für große Teile des Landes noch bei weitem nicht ausreichend, um die Grenzen der Klimagebiete mit befriedigender Genauigkeit festzulegen. Deshalb kann diese einführende Übersicht am leichtesten und anschaulichsten gegeben werden, wenn auch die Vegetation schon mit herangezogen wird, um die zonalen Hauptteile des Landes zu kennzeichnen und in großen Zügen abzugrenzen. Denn die großräumig herrschenden Pflanzenformationen sind sowohl in ihrer Verbreitung als auch in ihrem physiognomisch-ökologischen Charakter zweifellos in erster Linie durch das Klima bestimmt.

Chile erstreckt sich über mehr als 38 Breitengrade. Sein nördlichster Teil mit etwas mehr als einem Viertel der Gesamtlänge des Landes gehört der großen Küstenwüste an, die sich über die Nordgrenze Chiles an der peruanischen Küste weiter fortsetzt. Dieser Abschnitt bis etwa 28° s. Br. wird als der „Große Norden“ des Landes bezeichnet. Die Wüste im strengen Sinn mit, selbst im Vergleich zu anderen Wüsten der Erde, äußerst geringen Niederschlagsmengen zieht sich vom Meeresufer an über ein mannigfaltig gegliedertes Relief landeinwärts weit hinauf bis in Höhen von 3000 bis 3500 m ü. M. am westlichen Abfall der Anden.

Der Süden Chiles von der nördlichen Umrandung des Golfes von Reloncavi an liegt mit weit mehr als einem Drittel der Gesamtlänge des Landes im Bereich des Westwindgürtels. Die Luvseite der Anden, der das chilenische Staatsgebiet hauptsächlich angehört, erhält hier während des ganzen Jahres sehr große Niederschlagsmengen. Dieser Teil, der „Große Süden“, kann nach seiner Vegetation als der Gürtel der immergrünen Regen-

wälder gekennzeichnet werden. Nur im Gebirge an der oberen Höhengrenze des Waldes und auf der Leeseite der Anden, wo die Niederschlagsmengen nach Osten schnell abnehmen, wird der Regenwald durch andere Formationen abgelöst.

Die beiden Hauptabschnitte im Norden und im Süden mit zusammen fast genau zwei Drittel der Gesamtlänge des Landes sind somit verhältnismäßig einheitliche und nach ihrem vorherrschenden Klima- und Vegetationscharakter leicht zu kennzeichnende Räume, wenn dabei von der durch das Relief bedingten west-östlichen inneren Gliederung zunächst einmal abgesehen wird. Demgegenüber weist der dazwischen gelegene mittlere Teil des Landes in nord-südlicher Richtung sehr viel größere Unterschiede des Klimas und der Vegetation auf.

Dieses Drittel, das mittlere Chile im weiteren Sinne, muß in mehrere verhältnismäßig kurze Abschnitte gegliedert werden, von denen jeder ebenfalls wieder durch das Relief von der Küste bis zu den Gipfeln und Kämmen der Hochanden mannigfaltig differenziert ist. Einer, den großen Zügen der Klimagliederung einigermaßen entsprechenden, landesüblichen Einteilung folgend, teilen wir dieses „mittlere Chile“ zunächst in drei Abschnitte. Von diesen sind die beiden nördlichen noch zu den Subtropen zu rechnen, während der südliche der gemäßigten Zone angehört.

Dieser letztere Teil wurde seit den Tagen seiner Erschließung durch europäische Kolonisten in der Mitte des vorigen Jahrhunderts bisher meistens als „Südchile“ bezeichnet. Wir ziehen jedoch, um die Möglichkeit von Mißverständnissen auszuschalten, den in neuerer Zeit gebräuchlichen Namen „Kleiner Süden“ vor, der in Analogie zu der für den Norden des Landes seit langem üblichen Einteilung geprägt worden ist. Denn, wer mit der Landeskunde von Chile nicht vertraut ist, wird vielleicht bei dem Wort „Südchile“ eher an Patagonien und Magallanes, als an den südlichen Abschnitt des mittleren Chile denken. Der „Kleine Süden“ erstreckt sich in der landesüblichen Auffassung über vier bis fünf Breitengrade, etwa von der Breite von Concepción bis zum Nordrande des Golfes von Reloncavi. In dieser Abgrenzung deckt er sich, wenn auch nicht ganz, so doch zum größten Teil mit dem durch die sommergrünen Laubwälder der gemäßigten Zone charakterisierten Klimagürtel. Dieser hat gemäßigte Temperaturen mit schwachen Winterfrösten und Niederschläge zu allen Jahreszeiten mit einem deutlichen Minimum im Sommer. Seine Abgrenzung wird später genauer behandelt werden.

Der zentrale Abschnitt unter den schon erwähnten drei Teilen des mittleren Chile ist mit wenigen Worten zu kennzeichnen, nämlich als Winterregengebiet mit Hartlaubgehölzen. Dieses Mittelstück des mittleren Landesdrittels wird meistens als „Mittelchile“ oder „Zentralchile“ bezeichnet. Hier wird es im allgemeinen kurz „Hartlaubgebiet“ genannt. Es hat im Süden ganz beträchtliche, im Norden dagegen nur geringe Niederschlagsmengen. Gemeinsam ist allen seinen Teilen der ausgesprochen trockene Sommer bei subtropisch warmen Temperaturen.

Der letzte Abschnitt schließlich, der nördliche Teil des mittleren Chile im weiteren Sinne, zwischen dem Hartlaubgebiet und der Wüste, wird im Lande allgemein der „Kleine Norden“ genannt. Er ist klimatisch verhält-

nismäßig leicht zu kennzeichnen. Er hat noch Winterregen. Doch nehmen die Niederschlagsmengen nach Norden immer mehr ab, während die Dauer der Trockenzeit in dieser Richtung zunimmt. Die Vegetation vermittelt zwischen den Hartlaubwäldern und der Wüste. Sie besteht im Südteil aus xerophytischen Strauchformationen, die nach Norden zu von noch stärker xerophytischen Zwergstrauchformationen (Halbwüsten) abgelöst werden.

Nach dieser kurzen Übersicht kommen wir somit zu einer nord-südlichen Teilung des Landes in folgende fünf Abschnitte:

- Großer Norden,
- Kleiner Norden,
- Hartlaubgebiet („Mittelchile“, „Zentralchile“),
- Kleiner Süden („Südchile“),
- Großer Süden (Patagonien bzw. Westpatagonien und Magallanes).

Diese Teilung entspricht, wie schon angedeutet wurde, zwar nicht im einzelnen, aber doch in ganz großen Zügen einer Gliederung des Landes in klimazonal bedingte Vegetationsgürtel. Unsere Karte (Abb. 1) der natürlichen Vegetationsgebiete zeigt demgegenüber ein stärker differenziertes und in den Abgrenzungen genaueres Bild der naturräumlichen Gliederung des Landes. Bevor dieses näher erläutert wird, soll zunächst eine systematische Übersicht über die wichtigsten Vegetationsformen des Landes eingefügt werden.

Übersicht über die wichtigsten in Chile vorkommenden Pflanzenformationen:

Formationsgruppe I: W ä l d e r

A. Immergrüne Wälder

1. Lianenreiche Regenwälder der gemäßigten Zone mit Laubblättern vom Magnolien- und Lorbeertypus und z. T. mit Nadelholzbeimischung,
2. Subtropischer Nebelwald (von ähnlichem Typus wie 1),
3. Subtropische Galeriewälder vom Myrtaceentypus,
4. Subantarktischer immergrüner Regenwald mit Blättern vom Myrtaceentypus,
5. Typische Hartlaubwälder (Typus Peumowald),
6. Feuchte Hartlaubmischwälder (Hartlaubgehölze mit Beimischung von laubabwerfenden Bäumen oder immergrünen Bäumen der Regenwälder),
7. Trockene Hartlaubmischwälder (Hartlaubgehölze mit Palmen oder mit frühlingstrünen Dornbäumen),
8. Reine Nadelwälder (Araukarienwald, Alercewald, Libocedruswald).

B. Laubabwerfende Wälder und Dornbaumwälder

1. Sommergrüner Laubwald der gemäßigten Zone,
2. Subantarktischer sommergrüner Laubwald,

3. Laubabwerfende Galeriewälder feuchter Talauen im subtropisch-semiariden Gebiet (Humboldtweiden),
4. Xerophytische laubabwerfende Dorngehölze der subtropischen Trockengebiete (Espinales, Chañarales und Tamarugales).

Formationsgruppe II: Strauchformationen

- A. Immergrüne Strauchformationen
 1. Hartlaubgesträuche,
 2. Strauchformationen vom Myrtaceentypus (Gebüsche feuchter Ufer).
- B. Laubabwerfende tropophytische Strauchformationen
 1. Sommergrüne Gesträuche, Bruchwald und Sumpfigehölze (Aristoliatypus, Zarzales, Ñadis),
 2. Andine und subantarktische laubabwerfende Knieholzformation.
- C. Xerophytische Dornstrauch- und Sukkulenteformationen
 1. Subtropische xerophytische Dornstrauch- u. Sukkulenteformation,
 2. Xerophytische bis mesophytische Strauchformationen,
 3. Hochandine Sukkulenteformation,
 4. Halophytengebüsch der Talauen arider und semiarider Gebiete.

Formationsgruppe III: Zwergstrauch-, Halbstrauch- und Polsterpflanzenformationen

1. Subtropische xerophytische Zwergstrauchformationen (z.T. mit Sukkulente),
2. Hochandine Zwergstrauch- und Polsterpflanzenformationen (Tolaheide, Llareta, Formation der trockenen Puna),
3. Hochandine Büschelgrassteppe,
4. Ostpatagonische trockene Strauchsteppe,
5. Westpatagonische immergrüne Heiden (Ericaceen und Myrtaceen).

Formationsgruppe IV: Stauden- und Kräuterfluren

1. Wiesen und Weiden,
2. Hochgebirgsmatten der südlichen Anden,
3. Subantarktische Staudenfluren (Farnbestände),
4. Riedgras- und Staudensümpfe, Röhrichte und Flachmoore,
5. Salicorniasümpfe und Marschwiesen der Küste und Salzsümpfe der Wüste,
6. Hochmoore,
7. Ephemer regenrüne Kräuterfluren (annuelle Kräuter und Geophyten).

Nicht alle Formationen sind in ihrer gegenwärtigen Form rein natürlich bedingt. In großen Teilen des Landes müssen wir mit erheblichen Veränderungen durch den Menschen rechnen. Der Grad dieser menschlichen Einflüsse kann sehr verschieden sein und ist im einzelnen oft nicht leicht abzuschätzen. In manchen Fällen bedarf es spezieller Untersuchungen zur

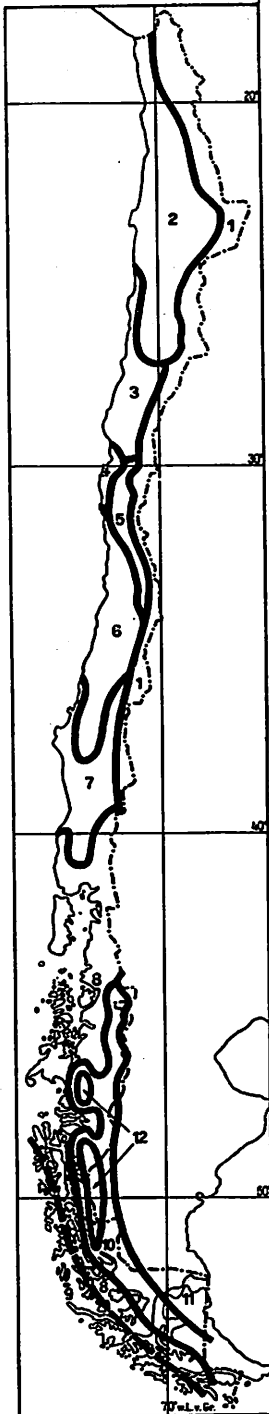


Abb. 1: Die chilenischen Vegetationsgebiete
 (Die Nummern entsprechen der Reihenfolge der Textabschnitte in Teil II.)

1. Nördliche Hochanden
2. Wüstengürtel
3. Zwergstrauchgebiet des Kleinen Nordens.
4. Gebiet von La Serena
5. Gebiet der xerophytischen Strauchformation des Kleinen Nordens
6. Hartlaubgebiet
7. Gebiet des temperierten Sommerwaldes der gemäßigten Zone
8. Gebiet der immergrünen Regenwälder
9. Tundragebiet
10. Gebiet des subantarktischen Sommerwaldes.
11. Gebiet der patagonischen Steppe
12. Südliche Hochanden

Klärung der Frage, wie weit die Formationen durch die natürlichen Lebensbedingungen oder durch das Einwirken des Menschen in ihrem Charakter bestimmt sind.

Am stärksten sind die menschlichen Eingriffe bei der Vegetation der mittleren Teile des Landes. Aber sogar in dem erst seit einem halben Jahrhundert wirtschaftlich erschlossenen Gebiet von Magallanes sind seit dieser Zeit durch die Schaffarmwirtschaft schon außerordentlich große und weiträumige Änderungen der Vegetation veranlaßt worden, und es sind dort neue, menschlich bedingte Vegetationsformen entstanden. Im allgemeinen läßt sich jedoch in den meisten Teilen des Landes die naturbedingte Formationsgliederung, wenigstens in ihren großen Zügen, noch verhältnismäßig leicht erkennen oder doch wenigstens durch vergleichende Vegetationsstudien mit einiger Sicherheit erschließen.

Von den in der Übersicht genannten Formationen tritt nur ein Teil weiträumig beherrschend auf und bestimmt den physiognomischen Charakter der Vegetationsgebiete. Andere sind in ihrem Vorkommen zwar auf kleine Flächen beschränkt, schließen sich jedoch in ihrer Gesamtverbreitung mehr oder weniger eng an bestimmte Vegetationsgebiete an, so daß sie für deren Abgrenzung mit herangezogen werden können. Ein letzter Teil der Formationen schließlich hat eine weniger charakteristische Verbreitung oder ist nur von örtlicher Bedeutung.

Die Pflanzenformationen können sich im einzelnen oft auf engem Raum ablösen. Unter Berücksichtigung ihrer gesamten räumlichen Anordnung ergibt sich nach dem jeweils vorherrschenden Vegetationscharakter eine Einteilung des Landes in folgende zwölf Formationsgürtel bzw. Vegetationsgebiete. Die in Klammern beigefügten Namen werden als abgekürzte Bezeichnung für das betreffende Gebiet im Text verwendet. Die Bezifferung stimmt mit der Karte (Abb. 1) und mit den Abschnittsnummern des folgenden Kapitels überein.

Übersicht über die Vegetationsgebiete:

1. Das Vegetationsgebiet der subtropischen xerophytischen hochandinen Formationen (Nördliche Hochanden),
2. Der Wüstengürtel,
3. Das Vegetationsgebiet der subtropischen Zwergstrauchformation des Kleinen Nordens (Zwergstrauchgebiet),
4. Das Vegetationsgebiet der an Frühlingshygrophyten reichen Strauch- und Zwergstrauchformationen des Kleinen Nordens (Gebiet von La Serena),
5. Das Vegetationsgebiet der subtropischen Dornstrauch-Sukkulenten-Formation des Kleinen Nordens (Gebiet der xerophytischen Strauchformation),
6. Das Vegetationsgebiet der subtropischen Hartlaub- und Trockengehölze Mittelchiles (Hartlaubgebiet),
7. Das Vegetationsgebiet mit sommergrünen Laubwäldern der gemäßigten Zone (Gebiet mit temperiertem Sommerwald),

8. Das Vegetationsgebiet der immergrünen Regenwälder der gemäßigten Zone (Regenwaldgebiet),
9. Das Vegetationsgebiet der subantarktischen Strauch- und Moostundren Südwestpatagoniens (Tundrangebiet),
10. Das Vegetationsgebiet der subantarktischen sommergrünen Laubwälder (Gebiet des subantarktischen Sommerwaldes),
11. Das Vegetationsgebiet der ostpatagonischen Strauchsteppe (Patagonisches Steppengebiet),
12. Das Vegetationsgebiet der südandinen Hochgebirgsformationen (Südliche Hochanden).

Im folgenden Kapitel soll jedes dieser Vegetationsgebiete etwas näher charakterisiert werden. Es kann dabei nicht das Ziel sein, die Pflanzengesellschaften der Gebiete im einzelnen zu beschreiben. Diese sollen vielmehr nur so weit erwähnt oder kurz geschildert werden, als es notwendig erscheint, um die wesentlichen Züge der Vegetationsanordnung herauszuarbeiten. Aus Gründen, die im Laufe der Darstellung aus der Sache heraus verständlich werden, wird auf die Betrachtung des mittleren Teiles des Landes dabei besonderes Gewicht gelegt.

II. Die einzelnen Vegetationsgebiete

1. Das Vegetationsgebiet der subtropischen xerophytischen hochandinen Formationen

Die Vegetation der nordchilenischen Anden zwischen der oberen Vegetationsgrenze und der Grenze der Wüste, bzw. weiter im Süden der oberen Grenze der subtropischen Zwergstrauchformation, besteht aus xeromorphen Hochgebirgsformationen, wie sie in ähnlicher Ausbildung auch in den angrenzenden andinen Räumen von Argentinien, Bolivien und Peru vorkommen. Im „Großen Norden“ Chiles steigt die Niederschlagsmenge nach Osten in den Anden auf etwa 250 mm an. Die pflanzenlose Wüste reicht z. B. bei Chuquicamata bis in 3200 m ü. M. Die darüber einsetzenden Formationen aus polster- und horstförmig wachsenden Sträuchern und Zwergsträuchern von extrem xerophytem Charakter können im weiteren Sinne zum Typus der trockenen Puna gerechnet werden. Zum großen Teil sind es Tolares, Strauchformationen, in denen neben der echten Tola eine große Zahl von anderen Gattungen (z. B. *HAPLOPAPPUS*, *CHUQUIRAGUA*, *FABIANA*, *EPHEDRA* usw.) mit polsterförmigen, oft harzigen und zum Teil dornigen Wuchsformen eine Rolle spielen, darunter vor allem eine sehr große Zahl von Compositen. In den oberen Lagen treten dazu Teppichzwergsträucher, Wuchsformen, deren holzige Sprosse sich unterirdisch verzweigen, wie sie uns im subantarktischen Bereich auch in den tieferen Lagen begegnen. Eine große wirtschaftliche Bedeutung hat die Llaretiformation. Vorwiegend auf felsige Böden beschränkt, bildet sie etwa in den Höhen von 3500 bis 4500 m einen mehr oder weniger zusammen-

hängenden Vegetationsgürtel. Dieser versorgt die Minen des Wüstengebietes mit Brennstoff und ist daher zu einem großen Teil schon zerstört. Die harten Polster können bis zu einem halben Meter hoch werden, benötigen jedoch zu diesem Wachstum anscheinend viele Hunderte von Jahren. Während einer dreißigjährigen Beobachtung konnte an Llaretapflanzen (*AZORELLA*) nur ein kaum merkbarer Zuwachs festgestellt werden. Innerhalb des gleichen Höhengürtels kommen stellenweise bei rund 4000 m Höhe niedrige Bäume von *POLYLEPIS* (Rosaceae) vor. Nördlich von 19° s. Br. und vielleicht auch noch etwas weiter nach Süden bilden diese einen mehr oder weniger zusammenhängenden Streifen von Krüppelgehölzen am oberen Rande eines relativ feuchten Höhengürtels (an den oberen Zuflüssen des Rio Azapa nach Troll in 3500 bis 3800 m) mit Formationen von immergrünen Sträuchern mesophytischen Charakters über einem Vegetationsgürtel mit hohen Stammsukkulenten. Dort, im äußersten Nordosten Chiles, nehmen im Anstieg zum Altiplano die Sommerregen zu und werden in ihrer Wirkung durch Nebel verstärkt. Von der Seite der Wüste aus gesehen ist der obere Rand des Anstiegs zum Altiplano tagsüber oft in einer Wolkendecke versteckt, aus der jedoch die hohen Vulkangipfel frei aufragen.

2. Der Wüstengürtel

Die Südgrenze des nordchilenischen Wüstengebietes kann bei Anwendung strengster Maßstäbe für den Begriff der Wüste bei etwa 28° s. Br. angenommen werden. Die Festlegung dieser Grenze ist bis zu einem gewissen Grade eine Frage der Übereinkunft. Denn der Übergang zu den Zwergstrauchformationen vollzieht sich ganz allmählich. Hier werden zu dem Gebiet der Wüste nur diejenigen Teile des Landes gerechnet, in denen, von den noch zu besprechenden lokalen oder auch regional weiter ausgedehnten Ausnahmen abgesehen, die wirklich pflanzenleeren Flächen allgemein vorherrschen.

Das Wüstengebiet ist in seinen inneren Teilen meistens wolkenlos. Bei der klaren Luft und der meistens hohen Lage ist daher die Einstrahlung sehr stark. In etwa der Hälfte des Gesamttraumes fällt im Mittel weniger als 10 mm Niederschlag im Jahr. Im östlichen Randgebiet und im Süden auch in der Küstenkordillere können die Niederschlagsmengen 50 mm erreichen. Während im Norden auch Sommerregen vorkommen, fallen im größten Teil die wenigen Niederschläge ausschließlich im Winter. Die seltenen kurzen Regenfälle können an einem Tag oft mehr als die mittlere Jahressumme bringen, während viele Jahre ganz ohne Niederschlag bleiben. In den Küstenbereichen der nördlichen Hälfte der nordchilenischen Wüste sind in manchen Teilen noch niemals meßbare Niederschläge festgestellt worden.

Die Station *Arica* verzeichnete in 39 Beobachtungsjahren nur vier Jahre mit einer Jahressumme von mehr als 2 mm Niederschlag, nämlich 1918 10 mm (Januar), 1929 2 mm (Dezember), 1930 2 mm (August) und 1942 4 mm (Juni bis August). Das Jahresmittel dieser Beobachtungszeit beträgt 0,6 mm.

Iquique erhielt im Mittel von 49 Jahren 1,9 mm, wobei nur in 17 Jahren die Menge von 2 mm überschritten wurde. Die bisher größte Menge wurde mit 20 mm im Jahre 1940 (Juni/Juli) gemessen.

Tocopilla (mittlere Jahresmenge 3,8 mm) hatte in 16 Jahren 6 Jahre mit mehr als 2 mm und ein Jahresmaximum von 15 mm (August) im Jahre 1930.

Im Bereich der Sommerregen (Januar bis März) am östlichen Rande des Nordteiles der Wüste verzeichnen die Stationen

Oyhue (21°13') 68 mm im Mittel von 12 Jahren,

San Pedro (21°57') 50 mm im Mittel von 30 Jahren.

In Antofagasta (Jahresmittel 10,7 mm) hatten von 41 Jahren 25 Jahre mehr als 2 mm und 10 Jahre mehr als 10 mm, davon 5 Jahre mehr als 25 mm. Die Niederschläge fallen hier wie bei den meisten weiter südlich gelegenen Stationen in den Monaten Mai bis Oktober.

Gegen den Südrand der Wüste hin gibt es in seltenen Ausnahmejahren schon verhältnismäßig große Niederschlagsmengen. Caldera (Jahresmittel 24 mm) hatte 1930 die bisher maximale Jahresmenge von 106 mm. Von 58 Beobachtungsjahren hatten 42 Jahre mehr als 10 mm.

Copiapó (Jahresmittel 25 mm) verzeichnete in 45 von 74 Jahren mehr als 10 mm. Sein bisheriges Maximum war 1927 mit 95 mm.

Auf weit mehr als neun Zehnteln seiner Fläche ist der als Wüstengebiet ausgeschiedene Raum völlig vegetationslos. Man kann Hunderte von Kilometern über die sogenannten „Pampas“ der inneren Wüste fahren, ohne einer Pflanze zu begegnen.

Unter den im Wüstengürtel vorkommenden Pflanzenformationen können wir die folgenden Haupttypen unterscheiden:

- a) Ephemere Kräuterfluren (Anuellenflora nach episodischen Regenfällen),
- b) Zwergstrauch-Sukkulantenformation des Wüstenrandes im Übergang zu den benachbarten Vegetationsgebieten,
- c) Lomaformation der nordchilenischen Wüste (Nebeloasen auf den Höhen der Küste),
- d) Dorngehölz- und Salzstrauchformationen grundwasserführender Talböden,
- e) Tamarugales,
- f) Künstlich bewässerte, vom Menschen bepflanzte Oasen.

a) Die ephemeren Kräuterfluren

Bei dieser Formation handelt es sich um das Phänomen der echten „blühenden Wüste“ auf Flächen, die normalerweise jahrzehntelang vegetationslos bleiben. Die Erscheinung kommt in den inneren Teilen der Wüste äußerst selten, in den randnahen südlichen Teilen dagegen häufiger und dann oft auf sehr großen Flächen vor. Wie schon erwähnt, kann hier die Niederschlagsmenge eines einzelnen Jahres in seltenen Ausnahmefällen das Jahresmittel um ein mehrfaches übertreffen. Der Verfasser hatte das Glück, bei seiner Reise im Jahre 1952 die „blühende Wüste“ südlich und nördlich von Copiapó zu erleben.

Werdermann, der das gleiche Gebiet 1925 bereist hat, schildert die Gegend in ihrem wüstenhaften Charakter: „Wie überraschend und rätselhaft wirkt das unvermutete Auftreten ganz vereinzelter Pioniere der Pflanzenwelt in einer kleinen Geländewelle. So traf ich südlich Copiapó auf dem Wege zur Küste einsame Individuen der Apocynaceae *SKYTHANTUS ACUTUS* Meyer im Wüstensande, der in weitem Umkreise vollkommen vegetationsleer sich dem Auge darbot.“ (Werdermann 1931).

In derselben Gegend zwischen Copiapó und Totoral konnte der Verfasser am 24. August 1952 über mehr als 100 km durch ein einziges Blütenmeer fahren (Bild 4). Die Sandflächen in der Travesia und die Küstenberge bei Totoral hatten, wie von Einheimischen berichtet wurde, in dem letzten Jahrzehnt nicht anders ausgesehen, als Werdermann es schildert. Zweimal im Juli 1952 und dann noch einmal am 1. August war Regen gefallen mit einer Menge bis zu 30 mm. Danach war es auf den vorher vegetationslosen Flächen plötzlich grün geworden. Ein farbiger Blütenschleier breitete sich innerhalb von wenigen Tagen über die ganze Ebene der Travesia. Annähernd hundert Pflanzenarten waren daran beteiligt. Davon bestimmten einzelne oft kilometerweit den Farbton. Purpurrot schimmernde Flächen wechselten mit himmelblauen, fliederfarbenen, bläulich weißen oder lichtgelben. Doch darf man sich den Wuchs dieser Formation nicht geschlossen vorstellen. Die einzelnen Pflanzen stehen zwar oft dicht beieinander, jedoch meistens so, daß sie sich gegenseitig kaum berühren. Es bleibt zwischen ihnen fast immer viel nackter Boden sichtbar, zumal der Deckungswert der einzelnen Pflanzen bei der äußerst sparsamen Entwicklung der vegetativen Sprosse sehr gering ist. Die Höhe der Pflanze schwankt von nur wenigen Zentimetern bis zu etwa 30 cm, ausnahmsweise auch 40 cm. Ihre Blüten sind dagegen zum Teil auffallend groß, und es sind in erster Linie die Blüten, die bei dem Überblick über die weiten Flächen den Eindruck eines geschlossenen Pflanzenteppichs hervorrufen. Die Zahl der Pflanzenindividuen auf der Fläche ist außerordentlich hoch. Das Bild der Formation steht damit in einem eindrucksvollen Gegensatz zu der Anordnung der ausdauernden Wüstenpflanzen in der noch zu besprechenden Zwergstrauchformation, wo die einzelnen Pflanzen oft nur in Abständen von Zehnern von Metern stehen und die Fläche daher im Überblick fast vegetationslos erscheint.

Die ephemere Kräuterflur enthält verschiedene Wuchsformen und zwar vorwiegend, jedoch nicht ausschließlich, annuelle Kräuter. Es finden sich auch zahlreiche Geophyten jedoch zum Teil nur als aus Samen entstandene erstjährige Ankömmlinge. Bei einer großen Zahl der Annuellen sind häufig die Stengel, bei den kleineren Pflanzen sehr oft auch die Blätter rot.

Unter den Wuchsformen sind folgende Haupttypen zu unterscheiden. Am zahlreichsten sind Annuelle mit äußerst reduzierten vegetativen Teilen, dünnen Stengeln und schmalen, oft sehr aufgegliederten zarten Blättchen. Manche Arten sind flaumig behaart. Manche tragen nur feingliedrige oder fadenförmige Blättchen an den verzweigten Stengeln. Die meisten haben basale Blattrossetten und zwar entweder mit flach bogenförmig aufsteigenden zart gefiederten Blättern (*ADESMIA*typus) oder mit trichter-

förmig steil aufgerichteten ganz schmalen linealischen oder pfriemlichen Blättern (*PLANTAGO*typus). Zu dieser letzten Gruppe gehört die Hauptzahl der zwergenhaften Formen (*PLANTAGO*, *VIOLA*, *ERODIUM*), die mit Tausenden von Exemplaren auf dem Quadratmeter oft einen dichten Pflanzenteppich von kaum 1 cm Höhe bilden. Meist tragen diese winzigen Pflänzchen, auch bei Arten, die sonst mehrblütig sind, nur eine einzige Blüte. Mehr als die Hälfte des Gewichts der ganzen Pflanze kann dabei auf die eine Blüte entfallen. Im Verhältnis zu ihrer anderwärts vorkommenden normalen Größe sind diese Pflanzenzwerge oft auf weniger als ein Hundertstel des Volumens reduziert.

Ein zweiter, in zahlreichen verschiedenen Formen vertretener Typus der Annuellen sind solche mit einer Basalrosette aus dicken wasserspeichernden Blättern. Es sind dieses oft größere, kräftigere Pflanzen. Ihre Blätter sind breiter, häufig rautenförmig, meist glasig kahl, und sie haben z. T. drüsig punktierte Oberflächen. Die Blattrosetten entwickeln sich bei dieser Wuchsform schnell, während die Blütenstände langsam wachsen, wie überhaupt dieser Typus im allgemeinen eine längere Lebensdauer hat als die Annuellen ohne sukkulente Blätter. Charakteristische Vertreter dieser Form stellt die Gattung *CALANDRINEA*.

Eine dritte Gruppe annueller Wuchsformen sind Schmarotzerpflanzen der Gattung *CUSCUTA*, deren bräunliche Fäden massenhaft die anderen Pflanzen überspinnen. Sie leben vorwiegend auf *PLANTAGO*arten und gleichen mit ihren kleinen Knäueln weißer Blüten der Kleeseide unserer Äcker. Nur sind die Pflanzen sehr viel zarter und feiner. Es ist eindrucksvoll zu sehen, daß dort, wo nur ausnahmsweise Bedingungen eintreten, die ein ganz kurzes Dasein zwergenhafter Pflanzen eben noch zulassen, sich doch auch schon solche hochspezialisierten Schmarotzerpflanzen einstellen.

Die geophytischen Stauden zeigen einen ziemlich einheitlichen Wuchstypus mit Rosetten aus schmalen, leicht vergänglichen Blättern, aus deren Mitte sich der Blütenstengel erhebt. Wie viele Jahre ohne Niederschlag sie im Boden überdauern können, ist bisher noch nicht bekannt. Nur an wenigen Stellen waren in den beobachteten Flächen auch oberirdisch ausdauernde Pflanzen an der Vegetation der annuellen Kräuterflur beteiligt, wie insbesondere die von *Werdermann* erwähnten, in weiten Abständen von einander verstreut vorkommenden, flach am Boden ausgebreiteten Büsche von *SCYTHANTUS ACUTUS*.

Die Frage, woher die Samen der Annuellenflora kommen, wenn vorher vielleicht jahrzehntelang keine Pflanzen in der Gegend zu sehen gewesen sind, läßt sich vermutlich auf Grund der Windverhältnisse beantworten. Niemand kann sagen, wie lange das einzelne Samenkorn, aus dem die zur Blüte kommende Pflanze hervorgeht, im Boden gelegen hat. Den staubförmig feinen, leichten Samen kann der vorherrschende Südwind in jedem Jahr, wenn irgendwo am Südrande der Wüste die Pflanzen geblüht haben, weit in die Wüste hineinragen. Die Wüste wird von Süden her wahrscheinlich fast alljährlich mit Samen bestreut. Dem entspricht, daß die ephemeren Kräuterfluren aus Arten bestehen, die auch am Südrande

der Wüste vorkommen, während demgegenüber die Lomaflora an der Küste eine selbständige Flora hat mit Endemarten von z. T. nach Norden weisenden Sippenbeziehungen.

Erstaunlich ist das Tierleben der „blühenden Wüste“. Eidechsen oder deren Laufspuren auf lockerem Sande sieht man auch in trockenen Jahren. Über den blühenden Pflanzen der Kräuterflur tummeln sich jedoch vielerlei Insekten und auch einige Vögel von Buchfinkengröße. Am Himmel kreisen Bussarde und Aasgeier. Auch Füchse konnte der Verfasser hier beobachten. Die Guanacos kommen in den Jahren, in denen die „Pampa“ sich auf größeren Flächen begrünt, aus den Hochanden bis in die Gegend von Copiapó hinunter um dort zu weiden. Überraschend ist es, 50 oder 100 km von jeder Siedlung entfernt, Kühe in der Kräuterflur weiden zu sehen (Bild 5). Die Haciendas des Copiapótales, die auf künstlich bewässerten Äckern des Talbodens das Futter für ihr Vieh gewinnen, bringen, wenn die „Pampa“ blüht, das Vieh weit hinaus. Ein Vaquero bleibt dabei ohne ein Obdach. Mit dem Jeep bringt man ihm alle 14 Tage Verpflegung. Ein- oder zweimal in der Woche reitet er zu einer Mine oder einer Bahnstation um Trinkwasser zu holen. Das Vieh wird nicht getränkt. Ihm muß das Wasser in den Pflanzen genügen. Einen Monat oder vielleicht auch zwei kann es in der Pampa bleiben, bis die vertrockneten Pflanzen seinen Wasserbedarf nicht mehr befriedigen. Dann muß es heimgebracht werden, obwohl noch Futter genug als Heu auf den Flächen steht.

Bunter und artenreicher als auf den Ebenen ist die Flora nach einem Regen auf den felsigen Hängen der Berge in Küstennähe (Bild 6). Dort vereinigt sich die hier nicht ganz so individuenreiche Annuellenflora mit Pflanzen der in den beiden nächsten Abschnitten zu schildernden ausdauernden Arten von Kakteen, Zwergsträuchern und geophytischen Stauden. Von den als Polster oder spalierartig dem Boden anliegenden Zwergsträuchern werden manche nur nach einem Regen grün, während sie in Trockenjahren kahl sind und wie tot aussehen. Andere haben fleischige Blättchen, die wie die Kakteen Wasser speichern und lange Trockenzeiten überdauern können. Nach dem Regen kommt auch für diese Pflanzen die Blütezeit, und sie wetteifern an Farbenpracht mit den Kräutern, die zwischen ihnen dem sonst nackten Boden entspringen. Manche der dunklen stacheligen Kakteenkugeln tragen dann eine Krone aus zierlichen Blütensternen oder große leuchtendweiße, rote oder goldgelbe Blüten.

b) Die Zwergstrauch- und Sukkulentenformation des Wüstenrandes.

In den Randgebieten der Wüste, stellenweise auch in ihrem Innern, und zwar dort vor allem auf felsigen Standorten, findet sich eine meist sehr weitständig verteilte Dauervegetation. Die herrschenden Wuchsformen sind Zwerg- und Halbsträucher von kaum 10 cm Höhe und ebenso niedrige Sukkulenten wie z. B. in Felsspalten eingezwängte Kugelkakteen oder dicht dem Boden angeschmiegte rasenbildende Opuntien. Je nach der Art des Untergrundes tritt die eine oder andere Wuchsform stärker hervor. Auf lockerem Steinschutt und Grus überwiegen die Zwergsträucher, zu denen sich nach außergewöhnlichen Niederschlägen reichlich Annuelle ge-

sellen können. Sandböden haben charakteristische Knollengeophyten (*DIOSCOREA*, *OXALIS*). Diese Wuchsform ist auch an den Pflanzengesellschaften der Felsspalten wesentlich mit beteiligt. Für den Meeresstrand sind polsterförmige Halbsträucher mit sukkulenten Blättern und spalterartig am Boden ausgebreitete Zwergsträucher charakteristisch.

c) Die Lomaformation der nordchilenischen Wüste.

Diese Vegetation ist auf einen schmalen Streifen der Küste beschränkt und zwar im allgemeinen auf die Hänge von einer gewissen Höhe an aufwärts. Darunter herrscht, jedenfalls in den mittleren und nördlichen Abschnitten des Gebietes bis zum Meeresstrand die pflanzenlose Wüste. Abgesehen von den Strandformationen, die sich vor allem in den südlichen Randgebieten einstellen, und die weitgehend mit den entsprechenden Formationen in dem südlich anschließenden Vegetationsgebiet übereinstimmen, können wir in der nordchilenischen Wüste zwei Haupttypen der Küstenvegetation unterscheiden:

In den Lagen mit einer geringeren und unregelmäßigeren Befeuchtung durch Nebel finden wir eine xerophytische Zwergstrauchformation, die in ihrem Bestand an ausdauernden Pflanzen große Ähnlichkeit mit der im vorigen Abschnitt geschilderten Formation hat. Sie enthält Zwergsträucher, Halbsträucher und Sukkulenten, dazu mit mehr oder weniger großer Regelmäßigkeit im Frühjahr krautige Pflanzen, und zwar vor allem Zwiebel- und Knollengeophyten, Rübenrosettenstauden und in beschränktem Maße auch Annuelle. Die Formation hat ihre Hauptverbreitung in Küstenhöhen des südlichen Teiles der Wüste zwischen Caldera und Paposito. Bei Taltal reicht sie bis unmittelbar an den Meeresstrand hinunter. Sie findet sich auf den Höhen auch nördlich von Antofagasta noch einmal in geschlossener Verbreitung nach Norden bis über Tocopilla hinaus. Südlich von Antofagasta fehlt sie auf weiten Strecken.

Als Höhengürtel kommt über dieser Zwergstrauchvegetation in bestimmten Abschnitten der Küstenhöhen eine Formation aus hohen Stammsukkulenten vor (Bild 2). Sie ist besonders ausgeprägt nördlich von Antofagasta und zwar in den von dem Nebel am stärksten und offenbar ziemlich regelmäßig befeuchteten Lagen von etwa 600 bis 1500 m Höhe ü. M. Vom Meer aus sieht man auf langen Strecken die hohen Säulenkakteen wie feine Nadelspitzen auf der Küstenkordillere. Zwischen den Stammsukkulenten finden sich Dornsträucher, Zwergsträucher und Geophyten. Von der Nordgrenze Chiles bei Tacna hat *Berninger* eine besondere Form der Vegetation beschrieben, die aus wurzellos dem Boden aufliegenden *TILLANDSIA*arten gebildet wird. Sie findet sich dort in 800—1200 m ü. M.

d) Die Dorngehölze und Salzstrauchformationen der grundwasserführenden Böden.

In einigen Tälern des Wüstengebietes ermöglicht fließendes Grundwasser eine Dauervegetation von Gehölzen und Stauden auf den Talböden (Bild 1). Vielfach, wie z. B. im Hinterland von Arica, am oberen Rio Loa und im Copiapótal sind diese Formationen durch künstlich bewässerte Nutzflächen

zum größten Teil verdrängt. Auch die noch vorhandenen Bestände sind durch Entnahme von Holz oder anderem pflanzlichen Material oft stark verändert. Für die natürlichen Gehölze sind vor allem die weit ausladenden niedrigen laubabwerfenden Dornbäume des Algarrobo (*PROSOPIS JULIFLORA*) charakteristisch, sowie der Chañar (*GOURLIEA DECORTICANS*), der sich auch jenseits der Anden in den argentinischen Trockenwäldern findet. Ein sehr verbreiteter und wichtiger Bestandteil der Vegetation besonders auf den Talböden mit brackigem Grundwasser ist *TESSARIA ABSINTHOIDES*, ein im Lande unter dem Namen „Brea“ bekannter Compositenstrauch. Dessen elastische Zweige sind als Baumaterial beliebt, weil das aus ihnen hergestellte Flechtwerk den Lehmhäusern eine gewisse Sicherheit gegen Erdbebenschäden verleiht. Die Brea wächst oft in reinen baumfreien Beständen; ob primär infolge des salzigen Bodens oder sekundär durch Vernichtung der Gehölze, ist dabei schwer zu entscheiden.

e) Die Tamarugales.

Eine ähnliche, heute jedoch nur noch in geringen Resten vorhandene Gehölzformation kommt auch außerhalb der Täler in den Gebirgsfuß-Grundwasseroasen der Pampa de Tamarugal bei Pica im Hinterland von Iquique vor. Die dornige Baumart *PROSOPIS TAMARUGO*, aus der diese „Tamarugales“ bestehen, ist hier endemisch.

3. Das Vegetationsgebiet der subtropischen Zwergstrauchformationen des Kleinen Nordens.

Das Gebiet erhält mit nach Süden zunehmender Regelmäßigkeit Winterregen. Die Jahresmengen des Niederschlags sind jedoch noch sehr gering. Im größten Teil des Raumes fallen weniger als 100 mm Regen im Jahr. Die Nordgrenze des Gebietes bildet den ganz allmählichen Übergang zur Wüste. Die herrschende Zwergstrauchformation stellt eine äußerst dürftige Vegetation dar. Sie wird daher auch als Wüstensteppe oder Halbwüste bezeichnet. Physiognomisch ist sie über weite Räume außerordentlich einheitlich. Über Hunderte von Kilometern erscheint das Land mehr oder weniger gleichmäßig punktiert von den weitständig verteilten Zwergsträuchern. Diese sind im Norden an der Grenze zur Wüste sehr niedrig. Ihr gegenseitiger Abstand kann mehrere Meter betragen, so daß der größte Teil des Bodens nicht von Pflanzen bedeckt ist. Nach Süden werden die Zwergsträucher allmählich etwas höher und rücken näher zusammen. Da der Grad der Trockenheit nach Süden zu ziemlich stetig abnimmt, ändert sich der Habitus der Formation mit der geographischen Breite. Innerhalb einer bestimmten Breitenlage kann, soweit nicht große Höhenunterschiede Abweichungen bedingen, das Aussehen der Formation sehr gleichartig sein, auch über verschiedenem Untergrund. Zwischen den nördlichen und den südlichen Teilen des Vegetationsgebietes bestehen dagegen in der Dichte und der Höhe der Vegetation sehr erhebliche Unterschiede.

Die Südgrenze gegen die Dornstrauch-Sukkulantensteppe ist, ebenso wie die Nordgrenze, unscharf und nicht ganz leicht zu ziehen, zumal, infolge

des in dem Grenzraum besonders bewegten Reliefs, die beiden Formationen sich oft auf kleinem Raum durchdringen oder in Höhengürteln einander ablösen. Zudem nimmt auch in dem Grenzraum die Höhe der Sträucher nach Süden ganz allmählich zu, und die verschiedenartigen Wuchsformen der Zwergsträucher und der höheren Dornsträucher mischen sich in manchen Pflanzengesellschaften.

Auf die zahlreichen verschiedenen Pflanzengesellschaften, die sich auf Grund der floristischen Zusammensetzung innerhalb der Zwergstrauchformation unterscheiden lassen, soll hier nicht eingegangen werden. Die Wuchsformen sind überwiegend ausdauernde Pflanzen. Unter den Zwergsträuchern und Halbsträuchern kommen sowohl immergrüne als auch laubabwerfende vor. Bei den in den nördlichen Teilen vorherrschenden, niedrigeren, polsterförmig oder spalierartig dem Boden angeschmiegt Zwergsträuchern überwiegen die immergrünen, während unter den etwas höheren Sträuchern gegen den Südrand hin die laubabwerfenden stärker hervortreten. Eine weitere charakteristische Wuchsform sind rasenförmig am Boden ausgebreitete Sukkulente (*OPUNTIA*) mit eiförmigen Stengelgliedern. Sonst ist jedoch der Anteil der Sukkulenten, mit Ausnahme der Felsstandorte, die zahlreiche Kugelkakteen aufweisen, ziemlich gering. Sehr wechselnd ist die Beteiligung krautiger Pflanzen. Auf weiten Strecken fehlen sie fast vollständig, zum mindesten während des größten Teiles des Jahres. Jedoch finden sich gebietsweise auch reichlich Geophyten, die in feuchteren Jahren im Frühling die Formation mit ihren Blüten beleben. Annuelle Kräuter gewinnen nur in besonderen Fällen eine größere Bedeutung, und zwar nach außergewöhnlich reichen Niederschlägen. Dann kann sich auch in dieser Formation örtlich ein ähnlicher Blütenreichtum entfalten, wie er für die „blühende Wüste“ geschildert wurde.

Auch die Zwergstrauchformation ist in vielen Teilen stärker verändert, als man zunächst vielleicht annehmen möchte. In der weiteren Umgebung aller Minenorte und Bahnstationen weiden zahllose Ziegen, und von den Menschen werden die holzigen Pflanzenteile als Brennmaterial gesammelt. Mit Eselkarawanen werden große Massen gebündelter Zwergstrauchzweige von weither an die Bahnhöfe gebracht und waggonweise nach Norden zu den Minenorten des noch holzärmeren Wüstengebietes verfrachtet (Bild 7).

Sehr mannigfaltig in den Wuchsformen und am stärksten nach Standorten differenziert ist die Zwergstrauchformation an der Küste, wo auch ein besonders reiches Tierleben herrscht. Die Pflanzengesellschaften der Strandformationen haben vor allem viele Halbsträucher mit sukkulenten Blättchen von walzen- oder fast kugelförmiger Gestalt (*Nolanaceae*, *Chenopodiaceae*). Im Dünensand finden sich die schon für das Wüstengebiet erwähnten Knollengeophyten (*DIOSCOREA*, *OXALIS*, *ALSTRÖMERIA*). Für die Felshänge der Küste sind herabhängende oder schlangentartig vom Boden aufsteigende armdicke Kakteen charakteristisch.

In größeren Höhen, im Mittel etwa über 2000 m, im Innern des Gebietes mehr örtlich beschränkt, nach Osten zu dagegen regional, geht die Zwergstrauchformation in hochandine Formationen über. Im Grenzsaum betei-

ligen sich in stärkerem Maße Büschel- und Polstergräser, die in den tieferen Lagen der Zwergstrauchformation fehlen oder nur selten und in geringem Umfang auftreten.

Schließlich sind als ein Bestandteil der Vegetation des Zwergstrauchgürtels noch die Dorngehölze grundwasserfeuchter Talböden zu nennen. Sie werden hauptsächlich von dem schon für den Wüstengürtel erwähnten Algarrobo und von „Espino“ (*ACACIA CAVEN*) gebildet. Der Chañar spielt nur in den nördlicheren Teilen eine größere Rolle. Außerdem kommt die Humboldtweide in den Talbodengehölzen vor. Fast überall sind aber diese Gehölze bis auf gelegentliche spärliche Reste durch den Menschen ausgerottet.

4. Das Vegetationsgebiet der an Frühlingshygrophyten reichen Strauch- und Zwergstrauchformationen des Kleinen Nordens.

Dieses Vegetationsgebiet, das im Folgenden kurz als das „Gebiet von La Serena“ bezeichnet wird, nimmt in der gesamten chilenischen Vegetation in vieler Hinsicht eine besondere Stellung ein. Unter den Vegetationsgebieten auf der Luvseite der Anden ist das Gebiet von La Serena das einzige, das sich nicht quer durch das Land von der Küste bis in die Anden hinein erstreckt. Es ist auf einen verhältnismäßig schmalen Streifen an der Küste beschränkt. Außerdem ist es das kleinste der in unserer Vegetationsgliederung des Landes dargestellten Vegetationsgebiete. Indessen dürfte es, wie im Folgenden gezeigt werden wird, kaum zweifelhaft sein, daß dieses Gebiet auch in dem kleinen Maßstab unserer Übersicht als selbständig ausgeschieden werden muß. Denn nicht nur physiognomisch und ökologisch und in der räumlichen Ordnung seiner Vegetation, sondern auch entwicklungsgeschichtlich und floristisch unterscheidet es sich sehr stark von den benachbarten und allen anderen Vegetationsgebieten.

Das Vegetationsgebiet von La Serena erstreckt sich im Hinterland dieser Stadt am weitesten in das Innere des Landes, während es sich nördlich und südlich davon an der Küste entlang sehr verschmälert. Den Grundbestand seiner Vegetation bilden, von den Wäldern der Kammhöhen von Fray Jorge und Talinay abgesehen, vorwiegend xerophytische Sträucher und Zwergsträucher und viele Sukkulente, die in der Größe ebenfalls zwischen hohen Strauchformationen (Bild 12) und sehr niedrigen, fast zwergenhaften Formen schwanken können. Während des größten Teiles des Jahres ähneln daher die herrschenden Formationen physiognomisch sehr denjenigen im Innern des Landes. Jedoch gegen Winterende oder im Frühling füllen sich die offenen Zwischenräume mit einer artenreichen krautigen Flora, die sich in manchen Jahren in einer kaum vorstellbaren Üppigkeit und Farbenpracht entfalten kann. Auch ein Teil der Sträucher, die sonst ein ausgesprochen xerophytisches Äußeres zeigen, belaubt sich zu der gleichen Zeit mit verhältnismäßig großen weichen, gegen Trockenheit kaum geschützten Blättern, so daß die Formation für einige Wochen ein ganz anderes Gepräge bekommt.

Das Vegetationsgebiet von La Serena besteht gewissermaßen aus den küstennahen stärker ozeanisch bestimmten Teilen, in denen die xerophytischen Zwergstrauch- und Strauchformationen des Innern zu Formationstypen mit einem mehr mesophytischen Einschlag abgewandelt werden.

Die Niederschlagsmengen sind wie in den beiden angrenzenden Gebieten gering. Sie betragen etwa 100 bis 200 mm und fallen fast ausschließlich im Winter und Frühling, jedoch sehr ungleichmäßig in den verschiedenen Jahren. Sehr ausgeglichene Temperaturen mit überraschend geringen Unterschieden zwischen Winter und Sommer begünstigen die Wirksamkeit der geringen Regenmengen. An sehr vielen Tagen des Jahres mildern Bewölkung oder Nebel die Einstrahlung und die Verdunstung. Dazu kommt eine zusätzliche, bei der Regenmessung nicht erfaßbare Befeuchtung durch Nebel und Nebelniederschläge. In Abhängigkeit von dem Witterungsverlauf der einzelnen Jahre entwickelt sich die hygrophytische Frühlingsflora in manchen Jahren spärlich, in anderen reichlich und in seltenen Ausnahmejahren in geradezu überwältigender Fülle (Bild 11). Je nach dem Feuchtigkeitsgrad der Jahre dauert auch die Begrünung verschieden lang, von nur wenigen Wochen bis zu mehreren Monaten. Zugleich mit der krautigen Frühlingsflora entfalten auch frühlingsgrüne Sträucher ihr Laub und schmücken sich, wie auch die meisten übrigen ausdauernden Pflanzen, mit ihren Blüten. In dem nach reichlichen Niederschlägen besonders üppigen Vegetationsjahr 1952 begann die Entwicklung Mitte August und zog sich bis gegen Ende Oktober hin. Von Woche zu Woche wechselte das Bild. Während die Pflanzen, die zuerst geblüht hatten, schon vergingen, begannen andere mit neuen Farben hervorzutreten. Am Anfang herrschen Liliaceen mit Blüten in Weiß, Zartlila oder Blau (*SCILLA*, *LEUCOCORYNE*, *PASITHEA*) und Amaryllidaceen ebenfalls mit Weiß und Lila (*TECOPHYLEA*, *PLACEA*) oder mit leuchtendem Rot (*HYPEASTRUM*). Auch die Büsche bedecken sich zu einem großen Teil mit weißen Blüten (*CORDIA*, *BAHIA*, *HELIOTROPIUM*). Die strauchförmigen Arten von *ADESMIA* blühen gelb, die *FUCHSIA* hellrosa. Zarte grüne Girlanden verschiedener Arten von *TROPAEOLUM* umwinden die Sträucher und die Stämme der Sukkulenten und schmücken diese mit ihren gelben, roten oder mehrfarbigen Blüten. Eine am Boden ausgebreitete *ARISTOLOCHIA*, deren große braune kannenförmige Blüten dem Boden aufsitzen, bringt einzelne braune Flecken in das Bild. Etwas später herrschen unter den niedrigen Pflanzen gelbe Iridaceen (*SISYRINCHIUM*) neben den lila oder violett blühenden Solanaceen (*SCHIZANTHUS*, *SOLANUM*) und den blauen und weißen Nolanaceen. Auch die Gattungen *CRISTARIA*, *MALVASTRUM*, *VERBENA* und andere beteiligen sich an dem reich gestuften Farbenspiel von Lila bis Blau. Dazu erscheint *ARGYLEA* (Bignoniaceae) mit kräftigem Gelb und Rot.

Die hohen Kakteen entfalten zumeist weiße Blüten. Die niedrigen kugeligen Arten blühen weiß, gelb, orange, hellrosa oder dunkelrot. Die Sträucher von *OXALIS GIGANTEA* bedecken sich mit einem Mantel aus unzähligen kleinen goldgelben Blüten und die *BALBISIA*-Büsche hüllen sich in ein zitronengelbes Blütenkleid. Den Boden färbt bis zum Schluß die

Gattung *CALANDRINEA* (Portulacaceae) mit Purpur und Violett. Doch herrschen zuletzt immer mehr die gelben Farbtöne der zahlreichen Kompositen und der artenreichen Gattung *CALCEOLARIA*.

Wenn gegen Ende der Blütezeit in den unteren Lagen der Boden zwischen den Sträuchern schon wieder kahl geworden oder von den vertrockneten Pflanzenresten in ein fahles Gelbbraun gehüllt ist, blüht oben auf den Hängen in leuchtendem Purpur noch massenhaft *CALANDRINEA* mit vielen anderen Pflanzen. Das Aufblühen hat dort oben auch später begonnen. Sein Beginn schreitet auf den Hängen von unten nach oben fort. Darin zeigt sich die Abhängigkeit von der zunehmenden Wärme des Frühlings. Jedoch dürfte die längere Dauer des Blühens in den höheren Lagen wohl nicht nur so zu verstehen sein, daß dort infolge der erst späteren Erwärmung der Boden langsamer austrocknet; auch eine häufigere Befeuchtung durch Nebel kann dabei mit wirksam sein.

Von den charakteristischen Wuchsformen der Strauch- und Kräuterformationen mögen folgende als die wichtigsten hervorgehoben werden. Unter den ausdauernden Pflanzenformen überwiegen in den südlicheren Teilen des Gebietes Sträucher und hohe Sukkulente (Bild 12). Letztere werden landeinwärts streckenweise vorherrschend und treten örtlich in fast reinen Beständen auf. Nach Norden zu herrschen dagegen niedrigere Sträucher und auch typische Zwergsträucher vor. Auch die Kakteen sind dort nur mit niedrigen Formen beteiligt. Sie treten vor allem auf den felsigen Standorten stärker in Erscheinung. Die Formen der Sträucher sind außerordentlich mannigfaltig. Neben Dornsträuchern, wie sie für das Vegetationsgebiet der xerophytischen Strauchformation des Innern typisch sind, finden sich in großer Zahl laubabwerfende Sträucher mit größeren weichen hinfalligen Blättern. Sträucher, deren Wuchsformen den spezifischen ökologischen Charakter des Gebietes repräsentieren, stellen, um nur einige Beispiele zu nennen, die Gattungen *FUCHSIA*, *CARICA*, *OXALIS*, *LOBELIA*, *ANISOMERIA*, *BRIDGESIA*, *CASSIA*, *ADESMIA*. Darunter sind einige mit halbsukkulenten Sprossen wie z. B. *OXALIS GIGANTEA*, ein 1—2 m hoher Strauch, dessen starre Äste sich im Frühjahr ringsum zuerst mit hellgrünen Blättchen und dann mit gelben Blüten bedecken. Bezeichnend für manche Wuchsformen ist eine geringe Verzweigung mit einer schopfartigen Häufung großer Blätter an den Sproßenden (*LOBELIA*-Typus).

Unter den immergrünen Sträuchern kommen solche mit ericoider Belaubung vor, wie sie sich auch im Innern des Landes bis in die Hochanden hinauf finden. Daneben treten jedoch im Gebiet von La Serena auch Immergrüne mit größeren Blättern vom Typus der Hartlaubgewächse (*REICHEA*) oder vom Myrtaceen-Typus auf. Auch unter den Zwergsträuchern gibt es nebeneinander regengrüne und immergrüne. Unter den ersteren sind mehr aufrechte Formen, die letzteren sind häufiger spalierartig am Boden ausgebreitet. Zwergsträucher mit sukkulenten Blättchen wachsen dagegen vorwiegend polsterförmig. Zu den erwähnten Sträuchern mit sukkulenten Sprossen gibt es entsprechende Zwergformen, gleichfalls aus der Gattung *OXALIS* mit halbsukkulenten Stämmchen, die nur wenige Zentimeter hoch sind.

Für die hohen Stammsukkulenten des Gebietes (*TRICHOCEBUS*, *EULYNCHIA*) sind Formen mit besonders langen, oft weißen Stacheln charakteristisch. Die niederen Arten steigen zum Teil schlangenhaft vom Boden auf. Außerdem gibt es verschiedene Formen von kugeligen Kakteen (*COPIAPOA*, *NEOPORTERIA*) und niedrige zum Teil rasenbildende Opuntien.

Die krautigen Pflanzen sind von ähnlicher Mannigfaltigkeit. Sie sind zum großen Teil außerordentlich zarte Gebilde mit weichem, hellgrünem, hinfälligem Laub, das in manchen Fällen so wasserreich und zart ist wie bei Salatpflanzen. Physiognomisch sehr wirkungsvoll sind windende und klimmende Kräuter und Stauden, die das Strauchwerk durchschlingen (Dioscoreaceae und Cucurbitaceae) oder die sich girlandenförmig zwischen den Zweigen der Sträucher und den Stämmen der Sukkulenten aufhängen (*TROPAEOLUM*). Andere krautige Pflanzen zeigen grundständige Blattrossetten mit oft feingliedrig zerteilten Blättern, die bei manchen Arten flach am Boden liegen (*ARGYLIA*), bei anderen trichterförmig aufgerichtet sind. Unter den ausdauernden krautigen Pflanzen überwiegen die Geophyten, deren Blüten im Frühling als erste das Vegetationsbild beleben, und Rübenstauden mit grundständigen Blattrossetten. Annuelle sind nur in mäßiger Zahl beteiligt. Jedoch treten sie an besonderen Standorten stärker hervor, z. B. zusammen mit Geophyten auf manchen in der Trockenzeit vegetationslos erscheinenden Sandflächen (Bild 10). Charakteristisch für das Vegetationsgebiet sind auch mehrere Arten von auf den Sträuchern büschelförmig wachsenden Epiphyten der Gattung *TILANDSIA*. An der Küste und im Innern zwischen La Serena und Vicuña siedeln diese auch ohne Pflanzenunterlage unmittelbar auf Felsboden, dem sie lose aufliegen.

Wohl kaum eines der anderen chilenischen Vegetationsgebiete hat einen so großen Reichtum an verschiedenen Wuchsformen wie das Gebiet von La Serena. Denn außer den mannigfaltigen Formen der Strauch- und Kräuterformation in den tieferen Lagen besitzt es auf dem Kamm des die Küste südlich von Coquimbo begleitenden Höhenzuges von Fray Jorge noch einen großen Teil der Wuchsformen des Regenwaldes: immergrüne Waldbäume mit Laub vom Magnolien-, Lorbeer- und Myrtaceentypus, großblättrige Lianen, Epiphyten, Epiphyllen, Hautfarne, Moose, Flechten usw. (Bild 17). Im Innern dieses Nebelwaldes herrschen während des ganzen Jahres humide Lebensbedingungen, so daß hier manche Pflanzen aus dem Süden weit ab von ihrem Hauptverbreitungsgebiet noch ein nördlichstes Vorkommen haben. Auf eine nähere Beschreibung dieser Nebelwaldflora kann hier verzichtet werden, da zwei Arbeiten aus neuester Zeit darüber vorliegen. Die Nebelverhältnisse, die ökologisch den ausschlaggebenden Faktor für die Existenz dieses Waldes darstellen (Bild 13), und das floristisch-geographische Problem des isolierten Vorkommens südlicher Pflanzenarten sollen in späteren Abschnitten noch behandelt werden.

Floristisch zeichnet sich das Gebiet von La Serena auch durch besonders großen Artenreichtum aus. Es sind dabei Sippen der verschiedensten Florenelemente beteiligt mit einem auffallend hohen Anteil von gebiets-

eigenen Art- und Gattungsendemismen. Die letzteren gehören teils der neotropischen Waldflora, teils der neotropischen Xerophytenflora an.

5. Das Vegetationsgebiet der subtropischen Dornstrauch-Sukkulenten- Formationen des Kleinen Nordens.

Der Gürtel der xerophytischen Strauchformationen zieht von der Gegend von Ovalle nach SO in das Innere des Landes und reicht am Westabfall der Hochanden als Höhengürtel bis über 33° s. Br. nach Süden. Seine südliche Grenze ist die Nordgrenze der chilenischen Waldgebiete. Der Vegetationscharakter wird in erster Linie bestimmt durch xerophytische Holzgewächse von etwa 2 bis 4, ausnahmsweise auch bis zu 6 m Höhe, sowie durch 2 bis 4 m hohe teils unverzweigte, teils strauchartig verzweigte stammsukkulente Kakteen (Bild 8). Im Einzelnen können die Bestände sowohl floristisch als auch physiognomisch sehr unterschiedlich sein. Vermutlich sind sie in vielen Fällen ursprünglich reicher an Dornbäumen vom Typus des Algarobbo und des Espino (*ACACIA CAVEN*) gewesen. *ACACIA CAVEN* hat das Schwergewicht ihrer Verbreitung im Gebiet der Dornstrauch-Sukkulenten-Formationen. Sie kommt aber auch bestandbildend („Espinales“) weiter nach Süden in den trockenen Teilen des Hartlaubgebietes vor. Wie dort, so können auch im Gebiet der xerophytischen Strauchformationen durch starke Beweidung reine Akazienbestände entstehen. Der Einfluß des Menschen auf das heutige Vegetationsbild durch Brand, Beweidung, Holzentnahme oder durch vorübergehende ackerbauliche Nutzung ist sicher sehr groß (Bild 9). Unter den Holzpflanzen überwiegen laubabwerfende dornige Sträucher von meist sehr sperrigem Wuchs (*Rhamnaceae*, *Zygophyllaceae*, *Leguminosae*). Jedoch kommen auch immergrüne, sehr kleinblättrige Sträucher vor, zum Teil solche mit ericoider Belaubung. Außerdem finden sich zahlreiche verschiedene Formen von Kleinsträuchern bis zu polsterförmig wachsenden Zwergsträuchern. Von den übrigen, am Aufbau der xerophytischen Strauchformation beteiligten Wuchsformen sei hier nur die für dieses Vegetationsgebiet besonders bezeichnende Form der *PUYA* (*Bromeliaceae*) besonders hervorgehoben, xerophytische Pflanzen mit großen Blattrosetten auf kurzen, gelegentlich bis zu 1 m hohen Stämmen.

Nach der Höhe zu geht die Formation in die Zwergstrauchformation über, in der in größeren Höhen stellenweise nochmals ein schmaler Vegetationsgürtel aus hohen Stammsukkulenten auftreten kann. Daran schließt sich eine an harten Büschelgräsern (*STIPA*) reiche Zwergstrauchformation an, die zu den xerophytischen hochandinen Polsterpflanzenformationen überleitet.

Die Talböden dieses Vegetationsgürtels tragen hier und dort noch Reste von ursprünglich vermutlich weiter verbreiteten Beständen der Humboldtweide und von Myrtaceengehölzen (*MYRCEUGENIA CHEQUEN*). Heute werden die Talböden zum größten Teil mit dem Wasser der von den Anden her durchfließenden, periodisch trocken fallenden Flüsse künstlich bewässert und intensiv landwirtschaftlich genutzt.

Manche Pflanzenarten dieses Vegetationsgürtels und zum Teil auch mehr oder weniger vollständige Pflanzengesellschaften, z. B. solche mit *PUYA*, kommen auch weiter nach Süden im Hartlaubgürtel an besonderen Standorten noch vor. Trotzdem ist gegenüber dem südlich angrenzenden Vegetationsgebiet der Hartlaubgehölze eine deutliche Scheidung vorhanden, zumal die spezifische Flora des Hartlaubgürtels nicht in das Gebiet der Dornstrauch-Sukkulenten-Formation hineinreicht.

6. Das Vegetationsgebiet der subtropischen Hartlaub- und Trockengehölze Mittelchiles.

Das Vegetationsgebiet, welches durch das Vorkommen der immergrünen Hartlaubgehölze charakterisiert ist, reicht nach Norden an der Küste mit einem schmalen Ausläufer bis etwa 31° s. Br. und in den Tälern der Hauptkordillere bis etwa 33° s. Br. Dazwischen verläuft seine Nordgrenze im Innern im wesentlichen von NW nach SO. Die Südgrenze kann an der Küste bei etwa 37° s. Br., im Innern der Längssenke bei 38° s. Br. angenommen werden. Das Hartlaubgebiet grenzt im Norden an das Vegetationsgebiet der subtropischen Dornstrauch- und Sukkulenten-Formationen, im Süden an den temperierten Gürtel mit sommergrünem Laubwald, dessen bezeichnende Baumart *NOTHOFAGUS OBLIQUA* ist.

Die Pflanzengesellschaften des Hartlaubgebietes sind im einzelnen regional und nach örtlichen Standortsunterschieden stark differenziert. Die bestimmenden Wuchsformen sind Hartlaubebäume und immergrüne Gehölze vom Myrtaceentypus. Daneben kommen in nach Süden zunehmendem Maße auch Baumformen mit größeren Blättern vom Lorbeertypus vor und in geringer Zahl auch mesophytische laubabwerfende Bäume (*NOTHOFAGUS OBLIQUA*) und Sträucher (z. B. *ARISTOTELIA*, *ABUTILON*). Dagegen sind im nördlichen Teil des Gebietes, und zwar besonders im Innern der Längssenke, xerophytische Dorngehölze in bemerkenswertem Maße an der Vegetation beteiligt.

Das Klima des Hartlaubgebietes ist durch den scharfen Gegensatz von trockenem Sommer und feuchtem Winter gekennzeichnet. Die Intensität der sommerlichen Trockenheit ist von Norden nach Süden und von den Leegebieten des Innern zum Luv der Küstenkordillere abgestuft. In den trockensten Teilen haben 6 bis 7 Monate im langjährigen Mittel weniger als 25 mm Niederschlag, am Südrand dagegen nur noch 1 bis 2 Monate. Im Norden haben nur 4 Monate, im Süden dagegen bis zu 9 Monate mehr als 50 mm Niederschlag.

Die Gesamtmenge der Niederschläge ist innerhalb des Gebietes sehr verschieden. Von kaum 350 mm an der Nordgrenze des Gebietes steigt das Jahresmittel des Niederschlages örtlich bis über 2000 mm an der Südgrenze. Der bei weitem größte Teil des Vegetationsgebietes hat etwa 400 bis 1000 mm Niederschlag. Zwischen den Niederschlagsmengen der einzelnen Jahre können sehr große Unterschiede bestehen. Von 100 Jahren hatten in Santiago 2 Jahre mehr als 800 mm, 15 Jahre 600—800 mm, 20 Jahre 400—600 mm, 55 Jahre 200—400 mm und 8 Jahre weniger als 200 mm

Niederschlag. Die mittlere Jahrestemperatur beträgt 13° bis 15° , die mittlere Julitemperatur bleibt im Gegensatz zu dem weiter südlich anschließenden Vegetationsgebiet über 8° . 1 bis 4 Monate haben eine Mitteltemperatur von mehr als 18° , davon bis zu 3 Monate über 20° .

Das subtropische Winterregengebiet hat wie in seinem Klima, so auch in seinem Vegetationscharakter in vieler Hinsicht Ähnlichkeit mit den Verhältnissen des europäischen Mittelmeergebietes. Die physiognomische und ökologische Übereinstimmung der beherrschenden Vegetationsformationen beider Räume ist umso eindrucksvoller, als in dem ursprünglichen Florenbestand unter den Holzpflanzen keine und auch sonst nur wenige Gattungen beiden Gebieten gemeinsam sind. Die chilenischen Hartlaubwälder erinnern in ihrem Gesamtbild und auch im Habitus der einzelnen Wuchs- und Lebensformen sehr an die immergrünen Eichenwälder des westlichen Mittelmeerraumes. Die Übereinstimmung mit dem Mittelmeergebiet erstreckt sich auch auf die Bodentypen und damit auf das Vorherrschende gelblichgrauer und roter Farben im Landschaftsbild, wo die Wälder entfernt und durch die Abtragung die unteren Horizonte der ursprünglichen Waldbodenprofile bloßgelegt sind. Das charakteristische Bodenprofil unter Hartlaubwald zeigt, wo es vollständig erhalten ist, einen oberen dunklen humosen Horizont und darunter meist helle, lehmige Horizonte von oft 1 bis 2 m Mächtigkeit.

Das mittelchilenische Hartlaubgebiet ist der schon seit der vorspanischen Zeit am dichtesten besiedelte und damit auch der seit je durch den Menschen am stärksten beeinflusste und umgestaltete Teil des ganzen Landes. Das Gebiet ist heute zum bei weitem größten Teil fast vollständig entwaldet. Ursprüngliche Vegetation ist in den meisten Teilen nicht mehr oder nur in bescheidenen Resten erhalten. Besonders im Norden gegen die Trockengrenze des Waldes hin konnte die Vegetation durch die Einwirkungen des Menschen leicht zerstört werden. Im Gegensatz zu den meisten anderen chilenischen Vegetationsgebieten kann hier der ursprüngliche Vegetationscharakter oft nicht mehr ohne weiteres erkannt werden. Zu seiner Feststellung bedarf es umfangreicher und oft schwieriger vegetationskundlicher und historischer Studien. Die Entwaldung und die als Folge davon auftretende Bodenzerstörung sind jedoch noch nicht in dem gleichen Maße fortgeschritten wie im europäischen Mittelmeergebiet. Diese Vorgänge, die im Mittelmeerraum weitgehend schon ihr Endstadium erreicht haben, können hier oft noch in voller Aktion beobachtet werden. Wo die schützende Vegetation entfernt ist, wird zwar der Boden an vielen Stellen schon in einem verheerenden Ausmaß abgetragen. An anderen Orten hat dagegen dieser Vorgang eben erst begonnen. Man kann daher gelegentlich das unversehrte Waldbodenprofil mit seinem oberen humosen Horizont noch neben der schon freigelegten Roterde oder neben den von dieser schon ganz entblößten nackten Gesteinsböden sehen. In manchen Teilen des Hartlaubgürtels ist zu beobachten, wie die Bodenerosion mit geradezu unheimlicher Geschwindigkeit um sich greifen kann. (Bild 22)

Die menschlichen Einflüsse, durch die das Vegetationsbild anscheinend in wenigen Jahrhunderten so außerordentlich stark verändert worden ist, sind sehr mannigfaltiger Art. Rodungen mit Hilfe des Feuers, um Anbau-

flächen und Weiden zu gewinnen, haben dabei den größten Anteil. Dazu kommt die Entnahme von Holz aus den Waldbeständen, sowie die besondere Nutzung einzelner Baumarten wie z. B. das Schälen der Stämme zur Gewinnung von Gerbstoff oder Seifenrinde und das Fällen der Palmen zur Gewinnung des Palmhonigs. In manchen Wäldern hat auch die Köhlererei stark eingegriffen. Sie dürfte insbesondere dazu geführt haben, daß viele Bestände nur aus Stockausschlägen bestehen. Man sieht gelegentlich noch heute die Lehmöfen zur Gewinnung der Holzkohle. Durch alle diese und wohl auch noch andere direkte oder indirekte Eingriffe sind weithin sekundäre Pflanzenformationen an die Stelle der ursprünglichen getreten, und auch die Reste der letzteren dürften in den meisten Fällen schon irgendwie durch menschliche Einflüsse verändert sein. Die Entfernung oder Auflichtung der Wälder oder ihre Umwandlung in niedriges Gebüsch aus Stockausschlägen hat zweifellos den xerophytischen Komponenten, die in diesem Vegetationsgebiet an besonderen, lokalklimatisch trockenen Standorten von Natur aus schon vorhanden gewesen waren, zu einer stärkeren Ausdehnung mit verholfen. An die Stelle ursprünglich weniger xerophytischer Hartlaubgehölze sind vielfach, infolge des nach der Abholzung extremer gewordenen Ortsklimas stärker xeromorphe sekundäre Formationen getreten. Die im Hartlaubgebiet heute vorhandenen Baumbestände sind zu einem erheblichen Teil schon künstlich angelegte Forsten, vorwiegend mit *PINUS*, *CUPRESSUS* und *EUCALYPTUS*. Sie sind in den letzten Jahrzehnten vielfach auf Flächen angelegt worden, welche infolge der einsetzenden Bodenzerstörung ihren Wert für die landwirtschaftliche Nutzung verloren haben (Bild 23).

An der Zusammensetzung der natürlichen und pseudonatürlichen spontanen Vegetation des mittelchilenischen Hartlaubgebietes ist eine verhältnismäßig große Zahl verschiedener Pflanzengesellschaften beteiligt. Den innerhalb des Gebietes vorkommenden großen Feuchtigkeitsunterschieden entsprechend, ist auch der ökologische Charakter und damit der mehr oder weniger xeromorphe Habitus dieser Pflanzengesellschaften sehr unterschiedlich. Die verschiedenen aussehenden Vegetationstypen werden zum Teil auch schon durch volkstümliche Namen voneinander unterschieden. Wenn wir uns hier in dieser allgemeinen Übersicht auf die Gehölzformationen beschränken und damit also von allen unter besonderen örtlichen Bedingungen auf zum Teil nur sehr kleinen Flächen vorkommenden Pflanzengesellschaften absehen, so lassen sich auf Grund des pflanzensoziologischen Vergleichs die regional weit verbreiteten Gesellschaften in zwei Verbände zusammenfassen. Der erste Verband, Cryptocaryon, wird benannt nach der im Lande als „Peumo“ bezeichneten Baumart *CRYPTOCARYA RUBRA* (Lauraceae). Er umfaßt die höher organisierten, üppigeren und weniger xeromorphen Waldgesellschaften. Der zweite Verband, Lithraeon, umfaßt, die durch einen hohen Anteil von Xerophyten charakterisierten Gesellschaften. Beide haben jedoch eine größere Anzahl von Arten gemeinsam. Es sind dieses zum großen Teil Arten, die in ihrer Verbreitung mehr oder weniger auf das Vegetationsgebiet der Hartlaubgehölze beschränkt sind. Beide Verbände können daher zu der Ordnung Cryptocaryetalia zusammengefaßt, und die erwähnten gemeinsamen Arten

sind demnach die Ordnungscharakterarten der mittelchilenischen Hartlaub- und Trockenwälder. Als solche dürften z. B. *PEUMUS BOLDO*, *CHUSQUEA CUMINGII*, *CESTRUM PARQUI*, *CASSIA STIPULACEAE*, *SOPHORA MACROCARPA*, vielleicht auch *AZARA CELASTRINA* und *EUPATORIUM GLECHONOPHYLLUM* aufzufassen sein.

A. Die Waldgesellschaften des Cryptocaryonverbandes.

Diese werden nach dem landesüblichen Namen für *CRYPTOCARYA RUBRA* kurz als Peumowälder bezeichnet. Als charakteristische Arten, die den Gesellschaften des Verbandes gemeinsam sind, können z. B. genannt werden: *CRYPTOCARYA RUBRA* („Peumo“), *SCHINUS LATIFOLIUS*, *PROUSTIA PYRIFOLIA* und *GLANDULOSA*, *LOASA TRILOBA*, *OXALIS ROSEA*, *STELLARIA CUSPIDATA*, *TROPAEOLUM TRICOLOR*, *CITRONELLA MUCRONATA*, *AZARA INTEGRIFOLIA*, *MUTISIA ILLICIFOLIA*. *CRYPTOCARYA RUBRA*, eine der schönsten Baumarten der mittelchilenischen Wälder, ist ein sehr typischer Vertreter der Hartlaubebäume. Seine ganzrandigen stark glänzenden Blätter tragen auf der Unterseite einen hellen bläulich schimmernden Überzug und haben, wie es dem Charakter der Familie der Lauraceae entspricht, einen sehr angenehmen Duft. Eßbare, leuchtend rote Steinfrüchte, so groß wie Hagebutten, schmücken den Baum zur Fruchtzeit.

Das Verbreitungsgebiet des Peumo deckt sich ziemlich genau mit der Ausdehnung des Vegetationsgebietes der Hartlaubwälder. Doch beschränkt sich sein Vorkommen und weitgehend auch dasjenige der nach ihm benannten Waldgesellschaften auf die niederschlagsreicheren oder durch die lokalen Standortverhältnisse feuchteren Lagen des Gesamtgebietes, während dessen übrige Teile den Gesellschaften des Lithraeonverbandes überlassen bleiben. In den Peumowäldern des mittleren und nördlichen Teiles herrschen fast ausschließlich spezifisch mittelchilenische Arten vor. Solche Wälder, die kaum einen nennenswerten Anteil von Arten aus dem Süden enthalten, finden sich im mittleren Teil des Hartlaubgürtels vor allem in den unteren Teilen der Cordilleren. Nach Norden, wo sie mehr auf die lokalklimatisch feuchteren Südlagen beschränkt sind, kommen sie mit unverminderter Üppigkeit und mit Baumhöhen von über 20m bis an die Nordgrenze des Hartlaubgürtels vor (Bild 19).

Die wichtigsten weiteren Baumarten, die sich zu *CRYPTOCARYA* gesellen, sind *BEILSCHMIEDEA MIERSII* (Lauraceae), „Belloto“ genannt, *SCHINUS LATIFOLIUS* (Anacardiaceae) und *CITRONELLA MUCRONATA* (Icacinaceae). Sehr eigentümlich ist die große Ähnlichkeit in der Form und der Größe der Blätter aller dieser Baumarten. Selbst *CITRONELLA*, die an jugendlichen Exemplaren ähnliche Blätter trägt wie *ILEX AQUIFOLIUM*, hat an den älteren Bäumen Blätter, die von dem Laub von *BEILSCHMIEDEA MIERSII* von *SCHINUS LATIFOLIUS* und auch von *LITHRAEA CAUSTICA* oft schwer zu unterscheiden sind.

Als für die Peumowälder charakteristische Lianen sind Vertreter der Gattung *MUTISIA*, die mit Wickelranken ihre leuchtenden Blütensterne

in den Baumkronen aufhängen, bemerkenswert. Auch die Bäume selbst schmücken sich bei manchen Arten mit sehr auffallenden Blüten.

Von den Pflanzengesellschaften der Peumowälder sollen einige noch etwas näher charakterisiert werden.

a) Der typische Bellotowald (*Beilschmiedeetum miersii typicum*).

Diese nur aus immergrünen Hartlaubebäumen gebildete Waldgesellschaft ist, wo sie ungestört erhalten geblieben ist, meist sehr gleichmäßig zusammengesetzt. Als Charakterarten können *BEILSCHMIEDEA MIERSII*, *ADENOPELTIS SERRATA*, *CHIROPETALUM TRICUSPIDATUM*, *TILLANDSIA USNEOIDES* und vielleicht auch *SANICULA LIBERTA* gelten. Die Baumschicht wird von *CRYPTOCARYA RUBRA*, *BEILSCHMIEDEA MIERSII*, *SCHINUS LATIFOLIUS* und *CITRONELLA MUCRONATA* gebildet, die alle in dieser Gesellschaft ihre optimale Entwicklung haben. Dazu können vereinzelt auch Arten des Lithraeonverbandes z. B. *PEUMUS BOLDO* kommen. Im Unterholz treten *ADENOPELTIS SERRATA*, *CASSIA STIPULACEA* und Arten der Gattungen *AZARA* und *MYRCEUGENIA* hervor. Lianen stellen die Gattungen *PROUSTIA* und *MUTISIA*. Die Bäume sind, vor allem in den Nebellagen an den der Küste zugewandten Abhängen, oft dicht mit meterlangen Bärten von *TILLANDSIA USNEOIDES* (Bromeliaceae) behangen (Bild 18). Im Unterwuchs findet sich regelmäßig *Bambus (CHUSQUEA CUMINGII)*. Aus der kennzeichnenden Artenverbindung der Krautschicht seien *LOASA TRILOBA*, *OXALIS ROSEA*, *STELLARIA CUSPIDATA*, *SANICULA LIBERTA*, *CHIROPETALUM TRICUSPIDATUM*, *GERANIUM ROBERTIANUM*, zwei windende *DIOSCOREA*-Arten und *ADIANTUM GLANDULOSUM* erwähnt. Der typische Bellotowald ist anscheinend auf den nördlichen Teil des Hartlaubgebietes beschränkt. Er findet sich, wie auch die Angaben von Reiche schon erkennen lassen, an vielen Stellen der Küstenkordillere, in den Provinzen Valparaiso, Aconcagua und Illapel. Mit Ausnahme der reinen Nordlagen kommt er in fast allen Hanglagen, sowie auch auf ebenem Gelände vor. Seine obere Höhengrenze dürfte in der Provinz Valparaiso bei 900 bis 1000 m ü. M. liegen.

Im ursprünglichen Zustand sind diese Wälder dicht geschlossen. Meistens finden sie sich jedoch heute nur noch in mehr oder weniger gelichteten Resten, die auch mit Arten aus Gesellschaften des Lithraeonverbandes durchsetzt sind (Bild 16).

b) Der bodenfeuchte Bellotowald (*Beilschmiedeetum miersii osmorrhizetosum*).

Durch eine Reihe häufig zusammen auftretender Arten setzt sich das Beilschmiedeetum osmorrhizetosum vom Typus der Gesellschaft ab. Zu der Baumschicht tritt *CRINODENDRUM PATAGUA* hinzu, oft mit einem erheblichen Anteil am Bestand. Im Unterholz erscheinen zwei laubabwerfende Straucharten, *ARISTOTELIA MAQUI* und *ABUTILON VITIFOLIUM*, die in dem Gürtel der temperierten Sommerwälder das Hauptgebiet

ihrer Verbreitung haben. Dazu kommen die Lianen *LARDIZABALA BITERNATA* und *CISSUS STRIATUS*, deren Verbreitung gleichfalls über den Bereich des mittelhilenschen Hartlaubgebietes nach Süden hinaus geht. Das gleiche gilt für die der Krautschicht angehörenden Differentialarten *OSMORRHIZA BERTERI* und *BLECHNUM AURICULATUM*, während *BOMARIA SALSILLA*, eine krautige Schlingpflanze, ihre Hauptverbreitung in den feuchten Gehölzen Mittelchiles hat. Das Beilschmiedeedetum *osmorrhizetosum* scheint an Bodenfeuchtigkeit gebunden zu sein und findet sich im ganzen Verbreitungsgebiet des Beilschmiedeedetums *typicum* vorwiegend am Grunde der Schluchten, wo auf den Hängen das *Typicum* steht.

In einigen besonders feuchten Schluchten der Küstenkordillere, z. B. in der Tigreschlucht bei Zapallar, gesellen sich zu den Arten des Beilschmiedeedetums *AEXTOXICUM PUNCTATUM*, *MYRCEUGENIA CORREIFOLIA*, *RAPHITHAMNUS SPINOSUS*, *RIBES PUNCTATUM*, verschiedene Farne und andere Arten. *MYRCEUGENIA CORREIFOLIA* ist im mittleren Chile endemisch. Die übrigen sind mehr im Süden verbreitet und haben in Mittelchile nur vereinzelte Vorkommen. Seiner Zusammensetzung nach vermittelt dieser Wald zwischen dem Beilschmiedeedetum *osmorrhizetosum* und der Nebelwaldgesellschaft, die sich auf dem Kamm von Fray Jorge findet.

c) Die Peumowälder des südlichen Hartlaubgürtels.

Gegen den Südrand seines Areals, wo die sommerliche Trockenzeit kürzer und die Niederschlagsmenge größer wird, tritt *CRYPTOCARYA RUBRA* mit anderen Bäumen, die ihre Hauptverbreitung im Süden haben, zu Waldgesellschaften zusammen (Bild 23). Zu den schon genannten immergrünen Baumarten des Hartlaub- oder des Lorbeerblatt-Typus gesellt sich dort auch der laubabwerfende „Roble“ (*NOTHOFAGUS OBLIQUA*). Im nördlichen Teil kommen Vorposten dieser Gesellschaften in schattigen Lagen auf den Höhen der Küstenkordillere vor. Örtlich finden sich dort auch reine *NOTHOFAGUS OBLIQUA*-Bestände.

d) Der Peumo-Lucumabusch.

In dem schmalen nördlichen Ausläufer des Hartlaubgürtels an der Küste entlang, wo, von den Nebellagen abgesehen, die Waldgesellschaften des Peumoverbandes immer schärfer auf die Südhänge tief eingeschnittener Schluchten beschränkt werden, dringen Arten aus den Strauchgesellschaften des kleinen Nordens in zunehmendem Maße in die Wälder ein. Diese Waldgesellschaft kann durch die in diesem nördlichsten Teil des Hartlaubwaldgürtels endemische *LUCUMA VALPARADISEA* charakterisiert werden. Als für den Kontakt mit den Strauchgesellschaften des Gebietes von La Serena bezeichnende Straucharten finden sich darin *FUCHSIA LYCIOIDES*, *LOBELIA SALICIFOLIA*, *ESCALLONIA PULVERULENTUM*, *CASSIA CLOSSIANA* und andere.

B. Die Pflanzengesellschaften des Lithraeonverbandes.

Diese haben einen etwas stärker xerophytischen Habitus als die Cryptaryonwälder. Seinen Namen erhält der Verband von dem „Litre“, *LITHRAEA CAUSTICA* (Anacardiaceae), dessen Verbreitung auf das Hartlaubgebiet beschränkt ist. Als weitere, besonders charakteristische Hartlaubebäume sind „Boldo“ und „Quillai“ hervorzuheben. Der erstere, *PEUMUS BOLDUS* (Monimiaceae), hat sehr harte, dicke, meistens nach der Unterseite eingerollte Blätter, die zu Tee verwendet werden. Im Winter bedecken sich die Boldobäume mit ihren weißen Blüten. Der „Quillai“, *QUILLAYA SAPONARIA* (Rosaceae), der wegen der Verwendung seiner dicken Borke den Namen „Seifenrindenbaum“ führt, hat glatte glänzende Blätter. Alle drei Arten können baumförmig wachsen, bilden jedoch oft auch Gebüsche von nur wenigen Meter Höhe. Zu den Hartlaubgehölzen gesellen sich in den Gesellschaften des Lithraeonverbandes xerophytische Dornsträucher und in aufgelichteten Beständen auch stammsukkulente *CEREUS*arten.

a) Der Boldowald.

Der Boldowald bleibt im allgemeinen niedriger als der Peumowald. Zu seinen wichtigsten Bestandteilen gehören *PEUMUS BOLDUS*, *LITHRAEA CAUSTICA*, *KAGENECKIA OBLONGA* (Rosaceae) und eine große Zahl von zum Teil laubabwerfenden Dornsträuchern. In seiner Verbreitung beschränkt sich der Boldowald in der Nordhälfte des Hartlaubgebietes auf den Bereich der Küstenkordillere. Erst südlich von $34\frac{1}{2}^{\circ}$ s. Br. bei San Fernando reicht er auch auf die Vorkordillere der Anden hinüber. Anstelle der ursprünglichen Wälder finden sich vielfach offene Gebüsche aus Stockauschlägen. In diesen sind in stärkerem Maße Dornsträucher vorherrschend, und gelegentlich dringen auch *PUYA* und Sukkulente ein. Wo der Boldowald durch Kulturland verdrängt ist, sind oft zahlreiche Einzelbäume stehen geblieben. Mit ihren im Freiland fast kugelförmigen Kronen geben die markanten dunklen Boldobäume diesen Gegenden ein ganz besonderes Gepräge. Im Bereich der Peumowälder tritt Boldowald auf den sonnigen Nordhängen auf.

b) Der Quillaiwald.

Wälder, in denen der Quillai beherrschend auftritt, sind lichter als der Peumowald. Die Verwendung der Borke als Seifenrinde hat stark zum Rückgang der Bestände beigetragen. Diese Art der Nutzung wird auch heute noch geübt. Das Gesamtareal des Seifenrindenbaums deckt sich annähernd mit dem Gebiet der subtropischen Hartlaubgehölze. Jedoch ist er hauptsächlich in der Längssenke verbreitet, und zwar ganz besonders ausgedehnt in deren südlichem Teil. Dort ist auf weiten Strecken der Quillai noch heute der vorherrschende Baum. Er steht jedoch meist in Beständen, die durch Beweidung oder andere Formen der Nutzung sehr stark aufgelichtet sind. Der Vermutung von *Berninger*, daß „in der eigentlichen Senke niemals ausgedehnte Wälder nördlich des mittleren Biobio ($37\frac{1}{2}^{\circ}$)“ vor-

handen gewesen seien, können wir uns deshalb nicht anschließen. Vielleicht ist dieses aber auch nur eine Frage der Auffassung des Begriffes „Wald“. Nach den Beobachtungen des Verfassers wird man höchstwahrscheinlich auch einen großen Teil der *FABIANA IMBRICATA*-Heiden in den südlichen Randgebieten des Hartlaubgürtels als unter menschlichem Einfluß entstandene Sekundärformation von *QUILLAYA*-Gehölzen auffassen müssen. Damit soll nicht bestritten werden, daß es daneben auf besonderen Standorten auch primäre *FABIANA*-Heiden gibt, zu denen jedoch vermutlich nur der kleinere Teil der *FABIANA*-Bestände, der sich durch seinen größeren floristischen Reichtum deutlich abhebt, zu rechnen ist. Auch in der Umgebung von Santiago dürfte der Seifenrindenbaum an der ursprünglichen Vegetation wesentlich beteiligt gewesen sein. Im Gebirge steigt er höher als die übrigen Baumarten des Hartlaubgürtels. Da er gegen Trockenheit verhältnismäßig wenig empfindlich ist, bildet er hier vor allem auf den sonnseitigen Lagen den obersten Waldgürtel und die Baumgrenze.

Als wichtigster Begleiter des Seifenrindenbaumes mag noch der mit seiner aufgelockerten Krone an die europäische Birke erinnernde „Maiten“, *MAYTENUS BOARIA* (Celastraceae), genannt werden. Die Quillaiwälder und vor allem deren gelichtete Zerstörungsformen weisen oft floristische Beziehungen zu den Espinales auf.

c) Die Espinales.

Als Espinales bezeichnet man Dorngehölze aus „Espino“, *ACACIA CAVEN* (Mimosaceae). Bestände dieses laubabwerfenden Dornbaumes kommen vor allem in den niederschlagsärmeren Teilen der Längssenke und am leeseitigen Rande der Küstenkordillere vor (Bild 21). Jedoch sind sie nicht, wie oft angenommen wird, ausschließlich auf die trockensten Teile der mittelchilenischen Längssenke beschränkt. Südwestlich von Chillan gibt es typische Espinales in Gebieten, die nach der Niederschlagskarte von *Almeyda* im Jahresmittel mehr als 1000 mm Regen erhalten.

Die Espinales stellen einen auffallenden, seit jeher besonders beachteten Vegetationstypus dar. Da *ACACIA CAVEN* im Freiland einen schirmförmigen Wuchs annimmt, erinnert die Formation in ihrem äußeren Bild an die mit Schirmakazien bestandenen tropischen Dornstrauchsteppen. In dieser Form, bei der die Akazien sehr weitständig verteilt sind, finden sich die Espinales nur in ebenen oder wenig geneigten Lagen. Sie sind in diesen Fällen meist reine Bestände aus *ACACIA CAVEN*. Darunter findet sich eine nur im Frühling grüne niedrige Bodenvegetation, die fast ausschließlich aus nicht einheimischen Pflanzen, Gräsern und Kräutern aus Europa, Kalifornien und Mexiko, zusammengesetzt ist. Diese reinen *ACACIA CAVEN*-Bestände sind also sicher keine eigene ursprüngliche Pflanzengesellschaft. Zum mindesten in ihrer jetzigen Form kann daher auch ihre Verbreitung wohl kaum als natürlich bedingt angesehen werden.

Einen Anhaltspunkt für die Bestimmung des ursprünglichen Charakters dieses Vegetationstypus geben die häufig vorkommenden Bestände, in de-

nen Espino mit anderen Dorngehölzen wie *SCHINUS DEPENDENS*, *COLETIA SPINOSA*, *TREVOA TRINERVA*, *PORLIERA HYGROMETRIA*, *PROUSTIA PUNGENS*, *MÜHLENBECKIA HASTULATA* und mit Litre oder Quillai und deren Begleitpflanzen vergesellschaftet ist. Dort also, wo *ACACIA CAVEN* nicht nur mit fremdländischen Gewächsen, sondern auch mit chilenischen Pflanzen vergesellschaftet ist, sind dieses teils Arten des Lithraeonverbandes, teils solche aus der Dornstrauch-Sukkulentenformation des weiter nördlich anschließenden Vegetationsgebietes. Demnach dürften die reinen Akazienbestände wahrscheinlich Degenerationsstadien einer ursprünglich artenreicher zusammengesetzten Pflanzenformation sein. Der pflanzensoziologische Vergleich läßt vermuten, daß sie zum mindesten zu einem großen Teil aus an Dorngehölzen reichen Hartlaubwäldern des Lithraeonverbandes hervorgegangen sind. Diesen Vorgang der Bildung von Espinales kann man z. B. am Andenfuß hinter Santiago unmittelbar beobachten, wo aus Litrebusch und artenreich gemischten Quillaiwäldern noch heute durch Beweidung stellenweise fast reine Espinobestände neu entstehen. Auch die Tatsache, auf die schon Reiche hingewiesen hat, daß *ACACIA CAVEN* in den Espinales kaum eine natürliche Regeneration zeigt, spricht dafür, daß diese als aufgelichtete Reste ursprünglich reicherer Gesellschaften angesehen werden müssen. Von Interesse ist in diesem Zusammenhang, daß Garaventa junge Bäumchen von *SCHINUS LATIFOLIUS* und *CESTRUM PARQUI* epiphytisch auf alten Stämmen von *ACACIA CAVEN* beobachtet hat. *ACACIA CAVEN* kommt auch mehr oder weniger zahlreich beigemischt in den Boldo- und den Quillaiwäldern, sowie auch in anderen Formen des Litrebusches vor.

Wenn somit die Espinales zum größeren Teil als Verarmungsstadien der Gehölzgesellschaften vom Typus des Litre- oder Quillaiabusch aufgefaßt werden können, so muß dieses doch nicht unbedingt für alle Bestände dieser Formation gelten. Für begrenzte Flächen, die sich in größerer Ausdehnung vor allem am Rande des Nordteiles der Längssenke gegen die Küstenkordillere in ebenen Lagen finden, legen bodenkundliche Beobachtungen die Vermutung nahe, daß es sich hier um ursprüngliche Vorkommen einer Formation des Dornstrauch-Sukkulentengürtels handelt. Leider läßt sich das Alter dieser Böden, die einen oberflächlichen Anreicherungschorizont aufweisen, noch nicht bestimmen, und auch pflanzensoziologisch haben wir bisher noch keine sicheren Anzeichen für die Ursprünglichkeit dieser Espinales. Es muß daher immerhin noch mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß auch hier die Bestandteile der Dornstrauch-Sukkulenten-Gesellschaften sich erst im Zusammenhang mit durch den Menschen bedingten Veränderungen der Vegetation ausgebreitet haben. Jedoch der in den Bodenprofilen und in dem örtlichen Wasserhaushalt erkennbare besondere ökologische Charakter dieser auf die trockensten Teile des Hartlaubgebietes beschränkten Flächen spricht doch wohl mehr dafür, daß es ursprüngliche Inseln der natürlichen Dornstrauch-Sukkulentenformation innerhalb des Hartlaubgürtels sind. Von ihnen aus hat — wie man sich wohl vorstellen darf — die xerophytische Strauchflora sich leicht in die durch den Menschen gelichteten Gehölze des Lithraeonverbandes hinein ausbreiten können.

d) Die Palmares.

Ähnliche Probleme wie die Espinales bieten die „Palmares“, die Bestände der chilenischen Palme *JUBAEA SPECTABILIS* (Bild 15). Sie finden sich in größerer Ausdehnung nur noch in wenigen Tälern der Küstenkordillere. Ihre heutigen Vorkommen sind zweifellos Restareale einer noch in geschichtlicher Zeit wesentlich weiteren Verbreitung. Auch an den jetzt noch bestehenden Fundorten ist die Zahl der Palmen seit der Zeit, als Darwin diese besucht hatte, stark zurückgegangen, und sie nimmt trotz des offiziellen Schutzes der Palmares noch ständig weiter ab. Wenn es auch nicht möglich ist, die ursprüngliche Verbreitung der Palme genau zu rekonstruieren, so haben wir doch Anhaltspunkte, um uns wenigstens eine Vorstellung von dem maximal möglichen ehemaligen Verbreitungsgebiet zu machen. Außer in historischen Angaben haben wir Hinweise in den gegenwärtigen Vorkommen einzelner verstreuter Palmen an Plätzen, bei denen man kaum annehmen kann, daß die Palmen dort gepflanzt worden sind. Zudem gibt es eine große Anzahl von Ortsnamen vom Typus „Las Palmas“, die in ganz charakteristischer Weise auf ein Gebiet beschränkt sind, in dem auch nach den uns bekannten ökologischen Ansprüchen der Palme diese ursprünglich bodenständig gewesen sein kann.

Das Gebiet, das man auf diese Weise als das wahrscheinliche Areal der ursprünglichen Palmenverbreitung erkennen kann, erstreckt sich zwischen dem 31° und dem 36° s. Br. Es ist also auf die Nordhälfte des Hartlaubgürtels und in dieser im wesentlichen auf die Küstenkordillere und deren unmittelbare Nachbarschaft beschränkt. Wie weit das ursprüngliche Palmenareal auch in die Längssenke hineingereicht hat, kann noch nicht sicher gesagt werden. Einige historische Hinweise und auch Ortsnamen lassen dieses jedenfalls als möglich erscheinen.

Die für den Rückgang der Palmenbestände maßgebenden Ursachen sind vor allem die Beweidung, die das Aufkommen des Jungwuchses verhindert, die Brände und das Fällen der Palmen zur Gewinnung des Palmenhonigs. Alle diese Vorgänge sind auch heute noch wirksam. Die beiden großen Palmares im Cocalántal und im Ocóatal, wo die Palmen noch in waldartigen Beständen vorkommen, bieten Gelegenheit, die verschiedenartigen Formen der mehr oder weniger durch den Menschen beeinflussten Bestände zu studieren. Die Ergebnisse pflanzensoziologischer Untersuchungen in diesen Tälern bestätigen die schon auf Grund der erwähnten anderen Indizien gewonnenen Vorstellungen über die mögliche ehemalige Verbreitung der Palme.

JUBAEA SPECTABILIS ist ein xerophytischer Baum, der über 25 m Höhe und einen Stammdurchmesser von 1—2 m erreichen kann. Mit seinen ökologischen Ansprüchen dürfte er etwa auf der Mitte stehen zwischen den am wenigsten xerophytischen Hartlaubebäumen wie *CRYPTOCARYA RUBRA* und den hinsichtlich ihres Feuchtigkeitsbedarfs anspruchslosesten Hartlaubgehölzen wie *LITHRAEA CAUSTICA*. Der Unterwuchs der „Palmares“ bzw. die Pflanzenbestände, mit denen die Palme vergesellschaftet ist, lassen erkennen, daß es sich dabei um Wälder des Lithraeonverbandes handelt. Die Palmenbestände bilden keine selbständige Gruppe

von Pflanzengesellschaften. Das heißt, sie bestehen nicht etwa aus einer spezifischen, anderwärts nicht vorkommenden Kombination von Pflanzenarten. Vielmehr enthält die Flora der Palmenbestände neben gelegentlichen, verhältnismäßig seltenen Bestandteilen des Peumowaldes (Bild 16) vorherrschend die Baumarten Litre, Boldo und Quillai und dazu die Begleitpflanzen, die auch sonst für die aus diesen Arten gebildeten Gesellschaften charakteristisch sind. Wo die Palme nur in sehr lichten Beständen oder mit nur einzelnen verstreuten Exemplaren in offenen Gebüsch steht, bestehen diese zum Teil aus xerophytischen Dorngehölzen vom Typus der artenreicheren Espinales. Diese enthalten gelegentlich auch Sukkulente. In den am wenigsten gestörten Beständen erscheint die Palme somit als Oberholz über Hartlaubwäldern des Lithraeonverbandes. Es sind dieses vor allem Gesellschaften, die etwa dem Typus des Boldowaldes entsprechen. Jedoch kommen auch die Gesellschaften des Quillaiwaldes und des Litrebusches, nach der Exposition oder der Höhenlage mit dem Boldowald abwechselnd, vor. Außerdem finden sich unter den Palmen, besonders ausgeprägt im Cocalántal, auch Bestände vom Typus der reinen Espinales, in denen nur noch *ACACIA CAVEN* mit einer Bodenflora von fremdländischen Unkräutern den Unterwuchs bildet (Bild 24). Zwischen diesen und den erwähnten Waldgesellschaften gibt es eine große Zahl von Übergangsstadien. Die ganze Umwandlungsreihe von ursprünglichen Hartlaubwäldern mit Dornbäumen bis zu den Reinbeständen von *ACACIA CAVEN* mit allen ihren Zwischenstufen kann hier unter den Palmen in genau der gleichen Weise beobachtet werden, wie dieses schon für die Espinales dargestellt worden ist.

Wie diese Beobachtungen zeigen, ist also die Palme ursprünglich ein Bestandteil von Waldgesellschaften, deren Zusammensetzung schwanken kann vom Typus des Boldowaldes bis zu jenem Typus von Hartlaub-Dornbaumwäldern, den wir als die ursprüngliche Vegetation, aus der die Espinales entstanden sind, ansehen müssen. Damit stimmt überein, daß sowohl die gegenwärtigen Palmenbestände, als auch die historischen oder toponymischen Hinweise auf ihr ehemaliges Vorkommen fast ausnahmslos im Verbreitungsgebiet der Boldowälder liegen. Das gilt auch für die hier und da noch vereinzelt stehenden Palmen, soweit sie an ihren Fundorten als spontan angesehen werden können. Besonders interessant ist in diesem Zusammenhang der nördlichste Punkt des Palmenareals. Weit nach Norden vorgeschoben steht im südlichen Teil der Provinz Coquimbo an der Küste bei „Las Palmas“ eine kleine Gruppe von Palmen, und dieser Ort ist zugleich auch der nördlichste Fundpunkt für eine Anzahl von charakteristischen Pflanzen des Boldo-Litrewaldes.

C. Sonstige Gehölzgesellschaften des Hartlaubgebietes. Höhengliederung in den Anden und nördliche Waldgrenze.

An besonderen Standorten, wie z. B. an grundwasserfeuchten Standorten, an den Ufern fließender Gewässer und in höheren Gebirgslagen kommen im Hartlaubgebiet noch verschiedene andere Waldgesellschaften

vor, die nach ihrer floristischen Zusammensetzung nicht zu den beiden bisher behandelten Verbänden gehören. Es sind dieses vor allem Ufer- und Auenwälder mit Myrtaceen, in feuchten Talschluchten Bestände mit *DRI-MYS WINTERI* und *CRINODENDRUM PATAGUA* und in Gebirgslagen auf Nordhängen die schon früher erwähnten Wälder mit *NOTHOFAGUS OBLIQUA* und anderen Baumarten der südlicheren Vegetationsgebiete.

Die Höhengliederung der Vegetation in den Anden ist in dem südlichen Teil grundsätzlich anders als im Norden des mittelchilenischen Hartlaubgebietes. Im Süden steigt man aus der Hartlaubvegetation in eine Höhenstufe des sommergrünen Waldes (Bild 25). In größerer Höhe stellen sich darüber, vor allem in schattigen Lagen und in Schluchten Baumarten des südlichen Regenwaldes ein (Bild 27), und die Waldgrenze bildet schließlich ein Höhengürtel aus laubabwerfenden subantarktischen *NOTHOFAGUS*-Arten (Bild 26) und im nördlichsten Abschnitt bei 34—35° s. Br. *LIBOCE-DRUS CHILENSIS*. In der Nordhälfte des Hartlaubgebietes dagegen schließen sich an die Hartlaubgehölze nach oben xerophytische Strauchformationen an. Darüber folgen Zwergstrauchformationen, die unmittelbar in die hochandinen Formationen überleiten. Der Übergang zwischen der nördlichen und der südlichen Form der Höhengliederung vollzieht sich etwa in 35° s. Br.

Die Nordgrenze des Hartlaubgebietes ist zugleich die nördliche Grenze der ursprünglichen Verbreitung mehr oder weniger zusammenhängender Wälder. Am Fuß der Anden liegt sie auf der Breite des Aconcaguatales. Im Einzelnen ist ihr Verlauf schwer festzustellen, weil der Wald in seinem Grenzsaum gegenwärtig nur noch in wenigen, zum Teil weit voneinander entfernten Resten vorkommt. Nur auf Grund eines speziellen Studiums der topographischen Lage dieser Waldinseln und der Zusammensetzung der sie umgebenden Pflanzengesellschaften kann festgestellt werden, ob es sich im einzelnen Falle um Reste einer ursprünglich zusammenhängenden Bewaldung oder um von Natur aus isolierte Vorposten jenseits der Waldgrenze handelt. Der menschliche Einfluß bei der Auflösung der Waldgrenze ist zweifellos außerordentlich groß. Denn der Wald konnte hier im Bereich seiner Trockengrenze leicht zerstört werden. Aus der im Gegensatz zu den natürlichen xerophytischen Strauchformationen sehr gleichförmigen artenarmen Zusammensetzung der offenen Formationen kann jedoch in vielen Fällen deren Charakter als Sekundärvegetation ursprünglicher Hartlaubgehölze erschlossen werden. Voraussetzung dafür ist eine ausreichende genaue Kenntnis der Pflanzengesellschaften in den Vegetationsgebieten zu beiden Seiten der Waldgrenze.

An der Küste entlang springt das Hartlaubgebiet in einer schmalen Zunge weit nach Norden vor. An den Hängen zur Küste hin erreicht hier der Wald dicht unter seiner oberen Höhengrenze in einem Nebelgürtel noch einmal seine optimale Entwicklung (Beilschmiedeetum). Darunter in den tieferen Hanglagen sind oft nur in der Form niedriger Gebüsche Reste von trockeneren Typen des Hartlaubwaldes erhalten. Streckenweise zeigen im Kulturland verstreut stehende kugelige Boldobäume den ehemaligen Waldcharakter noch an. Zur nördlichen Grenze hin bleiben die Reste der

Hartlaubgehölze immer mehr nur auf die schattigen Hänge der zur Küste absteigenden Schluchten beschränkt (Bild 14).

Als der nördlichste Punkt der Vegetation des mittelchilenischen Hartlaubgebietes kann das schon erwähnte Palmenvorkommen von Las Palmas im südlichsten Teil des Departements Ovalle angesehen werden. Mit der Palme erreichen dort auch andere typische Begleitpflanzen der mittelchilenischen Wälder ihre Nordgrenze. Die oft erwähnten nördlichsten Waldbestände Chiles auf den Höhen von Talinay und Fray Jorge befinden sich schon im Vegetationsgebiet von La Serena. Sie sind von den eben genannten nördlichsten Ausläufern des Hartlaubgebietes durch ein Gebiet mit zweifellos ursprünglichen Strauchformationen getrennt, und sie haben in ihrer floristischen Zusammensetzung mehr Beziehungen zu dem valdivianischen Regenwald als zu den Waldgesellschaften des Hartlaubgebietes.

7. Das Vegetationsgebiet mit sommergrünen Laubwäldern der gemäßigten Zone.

Südlich der Subtropengrenze, die wir mit dem Südrand des Hartlaubgürtels zusammenfallen lassen, ist der Vegetationscharakter in einem großen Teil des „Kleinen Südens“ zwar nicht ausschließlich beherrscht, aber doch weitgehend bestimmt durch die beiden laubabwerfenden Nothofagusarten *NOTHOFAGUS OBLIQUA* und *NOTHOFAGUS PROCERA*. Dieses Vegetationsgebiet, dem *Berninger* gründliche vegetationsgeschichtliche Studien gewidmet hat, ist weniger ausgedehnt als die nördlich und südlich angrenzenden Waldgebiete. Seine Nordgrenze kann *nach Berninger* in der Küstenkordillere nahe bei 37° s. Br. angenommen werden. Am Andenfuß liegt sie bei etwa 36° s. Br. und im Innern der Längssenke bei etwa 38° s. Br. Die südliche Grenze des Vegetationsgebietes verläuft in der Küstenkordillere bei 40° s. Br., in den Anden bei 39° s. Br., in der Längssenke am Llanquihuesee dagegen zwischen 41 und 41 1/2° s. Br.

Nach dem physiognomisch-ökologischen Charakter seiner Vegetation könnte dieses Gebiet vielleicht mit dem westlichen Mitteleuropa oder dem Nordwesten der Iberischen Halbinsel verglichen werden. Jedoch ist in dem chilenischen Gebiet die Beteiligung immergrüner Arten viel stärker, und die Wälder sind zum Teil viel üppiger als in Europa.

Das Klima ist gemäßigt temperiert. Das Monatsmittel der Temperatur bleibt bei etwa 5 Monaten unter 10°. Die täglichen Temperaturunterschiede sind verhältnismäßig groß. Allgemein treten schwache bis mäßige Winterfröste auf. So kommen z. B. in Osorno in normalen Jahren Frosttemperaturen von etwa -4° vor. Nur in außergewöhnlich kalten Jahren werden in den tieferen Lagen der Längssenke gelegentlich auch Temperaturen unter -10° gemessen.

Niederschläge fallen während des ganzen Jahres, jedoch mit einem ausgesprochenen Minimum im Sommer. Extrem trockene Sommer treten nur ausnahmsweise auf. Die Jahresmengen der Niederschläge sind sehr unterschiedlich. Sie betragen im größten Teil der Längssenke etwa 1000 bis

2000 mm. Die Küstenkordillere und die Anden haben weit höhere Niederschlagsmengen, deren Jahressumme 3000 mm noch erheblich überschreiten kann.

In den feuchteren Lagen, vor allem in der Küstenkordillere und in den Höhenstufen der Anden, haben Baumarten des nach Süden anschließenden Regenwaldgebietes schon einen großen Anteil an der Zusammensetzung der Wälder. Man könnte daher dieses Vegetationsgebiet auch nur als einen Übergangsgürtel zwischen dem Hartlaubgebiet und dem Regenwaldgebiet auffassen. Seine Selbständigkeit erweist sich jedoch nicht nur darin, daß nur hier laubabwerfende *NOTHOFAGUS*-Wälder die tieferen Lagen, vor allem der Längssenke, beherrschen. Auch unter den am Aufbau seiner Wälder beteiligten immergrünen Bäumen hat das Gebiet eigene charakteristische Arten aufzuweisen. Außerdem zeigt es mit dem *NOTHOFAGUS PROCERA*- und dem *ARAUCARIA*-Gürtel eine spezifische Höhengliederung der Vegetation im Gebirge, die in dieser Form weder weiter nördlich noch weiter südlich vorkommt.

Der für die Waldgesellschaften der tieferen Lagen dieses Vegetationsgebietes bezeichnendste Baum, *NOTHOFAGUS OBLIQUA* (Fagaceae), im Lande „Roble“ oder „Pellin“ genannt, wird bis zu 40 m hoch und erinnert in der Gestalt seiner Krone an die mitteleuropäischen Eichen. Ähnlich wie es bei diesen an klimatisch milderen Standorten der Fall ist, bleibt auch bei *NOTHOFAGUS OBLIQUA* das im Herbst vertrocknete Laub zum Teil fast den ganzen Winter über an den Bäumen hängen. Die zweite laubabwerfende *NOTHOFAGUS*-Art, die für das Vegetationsgebiet charakteristisch ist, der Raulí (*NOTHOFAGUS PROCERA*), unterscheidet sich in der Form ihrer weichen Laubblätter nur wenig von *NOTHOFAGUS OBLIQUA*. In ihrer Kronenform erinnert sie mehr an die Gestalt der europäischen Linden. Verbreitungsökologisch verhalten sich diese beiden *NOTHOFAGUS*-Arten ähnlich zueinander wie in Europa die Stieleiche zur Traubeneiche. *NOTHOFAGUS OBLIQUA* beherrscht die tieferen Lagen und die klimatisch etwas kontinentaleren Standorte. In der Gesellschaft mit ihren charakteristischen immergrünen Begleitern *LAURELIA AROMATICA* (Monimiaceae) und *PERSEA LINGUE* (Lauraceae) zeigt sie vorwiegend gute Böden an. Als weitere charakteristische Baumarten dieses Waldgürtels können *GUEVINA AVELLANA* und *PODOCARPUS SALIGNUS* genannt werden. *NOTHOFAGUS PROCERA* hat das Schwergewicht ihrer Verbreitung in einem eigenen Höhengürtel über dem Roblewald, wo sie in fast reinen Beständen auftritt.

„Laurel“ und „Lingue“, die schon erwähnten bezeichnenden Begleitbäume des Roble, die beide hervorragendes Möbelholz liefern, sind zwar nahe Verwandte der wichtigsten Baumarten des Hartlaubgebietes. Sie unterscheiden sich jedoch von diesen sehr in ihrer Wuchsform. Nach der Form ihrer Laubblätter gehören sie zum Lorbeer- bzw. Magnolientypus. Die tanninreiche Rinde des Lingue wird in der Gerberei benutzt.

In dem über weite Strecken sehr einheitlich zusammengesetzten Wald, den man nach den einheimischen Baumnamen als Roble-Laurel-Lingue-Wald bezeichnen kann, bilden die Immergrünen, deren Anteil sehr wech-

seln kann, in der Baumschicht meist ein etwas niedrigeres Stockwerk. In ihrem Gesamthabitus erinnern manche dieser Wälder an die euatlantischen Eichenwälder Europas, in denen der immergrüne *ILEX AQUIFOLIUM* die untere Baumschicht bildet. Auf dem größten Teil seiner ursprünglichen Fläche ist der Roble-Laurel-Lingue-Wald durch Kulturflächen verdrängt worden (Bild 28). Auf großen Flächen sind auch nach vorübergehender landwirtschaftlicher Nutzung in historischer Zeit sekundäre Wälder entstanden, deren älteste Bäume heute etwa 280—300 Jahre alt sind. Bei der Wiederinbesitznahme offener Flächen durch den Wald spielt *ARISTOTELIA MAQUI* eine ähnliche Rolle wie etwa in Europa *CORYLUS AVELLANA*. Sie ist, wie diese, ein Zeiger guter Böden. *ARISTOTELIA MAQUI* kommt auch mit anderen laubabwerfenden Sträuchern zusammen als Unterholz in den Wäldern vor. Für die Eigenart des Bestandesklimas dieser Sommerwälder ist bezeichnend, daß die Immergrünen darunter auch Lianen und Wurzelkletterer, vorwiegend auf die mittelhohe Baumschicht beschränkt sind. In der oberen Schicht des Kronendaches und auch am Waldboden herrschen dagegen mehr die sommergrünen Pflanzen. Die Krautflora weist die für winterkühle Waldklimata charakteristischen Formen, rasen- und horstbildende Stauden, zweijährige Halbrosettenpflanzen und Flühlingsgeophyten, auf. *LAPAGERIA ROSEA* (Liliaceae), deren rote, wie aus Wachs geformt erscheinende Blüte als chilenische Nationalblume gilt („Copihue“, vgl. die Abb. auf dem Titelblatt), ist eine Rhizompflanze mit windenden ausdauernden, jedoch nicht sekundär in die Dicke wachsenden Trieben. Ihre glockenförmig herabhängenden Blüten schmücken mitten im Winter das Unterholz der Wälder, jedoch auch lichte Gebüsche, und werden von Kolibris besucht. Im Herbst stellt sich, ähnlich wie in den mitteleuropäischen Wäldern, am Waldboden eine reiche Pilzflora ein. Die *NOTHOFAGUS OBLIQUA*-Wälder sind sonst floristisch nicht sehr reich. Sie machen zum Teil den Eindruck einer mit Ökotypen nur unvollkommen ausgestatteten Gesellschaft.

An besonderen Standorten kommen innerhalb dieses Gebietes zahlreiche andere Waldgesellschaften vor, unter denen viele überwiegend oder fast ausschließlich aus immergrünen Baumarten gebildet sind. So wachsen insbesondere an fließenden Gewässern und auf staunassen Böden an Myrtaeen reiche Gesellschaften verschiedenartiger Zusammensetzung. Unter ähnlichen Bedingungen findet sich in einer charakteristischen Gesellschaft mit *LOMATIA OBLIQUA* (Proteaceae), *DRIMYS WINTERI* (Magnoliaceae), *AZARA MICROPHYLLA* (Flacourtiaceae) und *BERBERIS BUXIFOLIA* (Berberidaceae) oft reichlich *EMBOTHRIMUM COCCINEUM* (Proteaceae), im Lande „Ciruelillo“ oder „Notro“ genannt, ein meist nur sehr niedriger, oft strauchartig wachsender Baum, der sich im Frühjahr mit feuerrot leuchtenden Blüten bedeckt. Er kommt auch in den höheren Gebirgslagen und weiter nach Süden in allen Waldgürteln bis nach Feuerland hin vor. Mit dieser Gesellschaft sind die unter dem Namen „Ñadis“ und „Zarzales“ bekannten halboffenen Gebüschformationen, die an ganz bestimmte edaphische Bedingungen gebunden sind, floristisch nahe verwandt. Die Ñadis finden sich auf periodisch überschwemmten Flächen vor allem in

dem Niederungsgürtel am westlichen Rande der Seenregion der südlichen Längssenke. Die Zarzales haben eine mehr lokale Verbreitung auf trockenen Kiesböden. Beide Formationen zeichnen sich dadurch aus, daß sie die einzigen Tieflandstandorte von *NOTHAFAGUS ANTARCTICA* im Kleinen Süden enthalten. Sie sind daher von besonderem Interesse für die

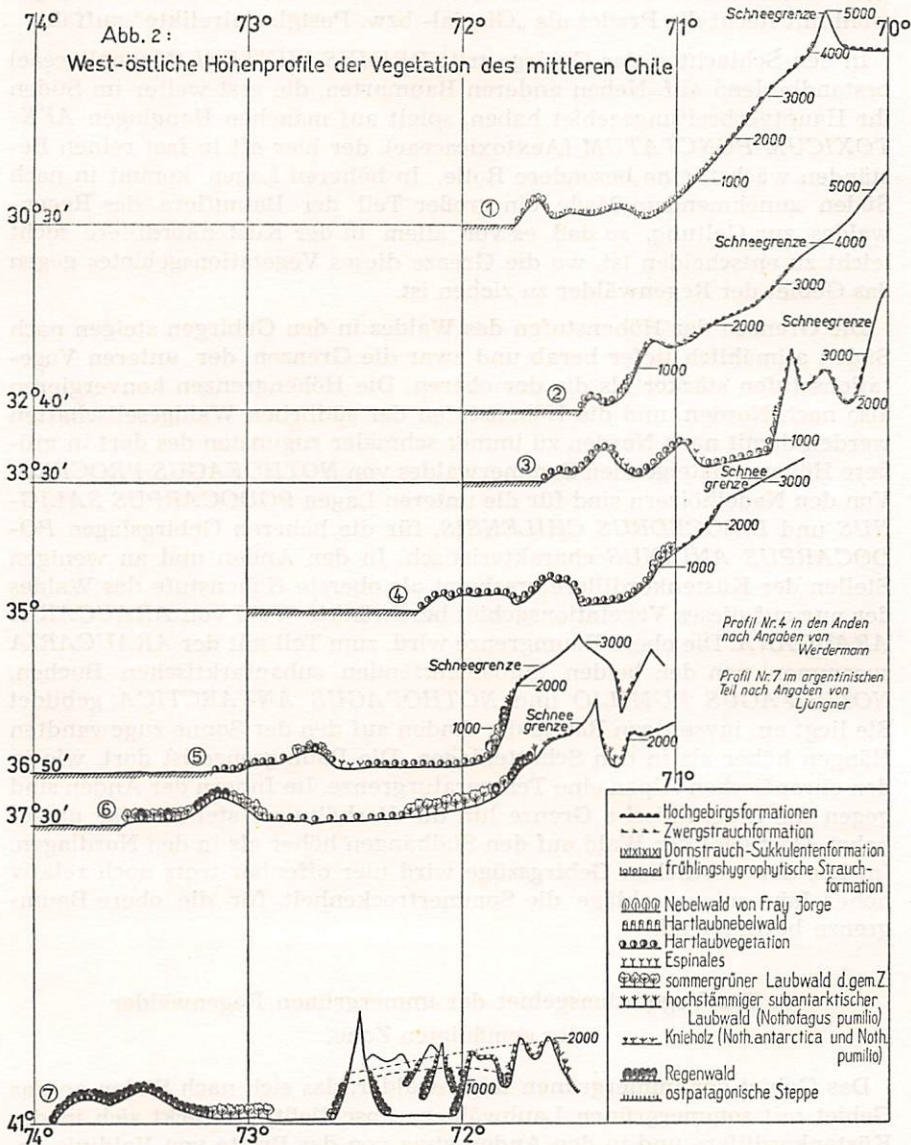


Abb. 2: Westöstliche Höhenprofile der Vegetation des mittleren Chile in 30°30', 32°40', 33°30', 35°, 36°50', 37°30' und 41° s. Br.

Vegetationsgeschichte. Letzteres gilt in gleichem Maße für die „Prados“. Dieses sind auf Hangterrassen der Andentäler vorkommende, wie sich aus der floristischen Zusammensetzung erschließen läßt, wahrscheinlich von Natur aus waldfreie Stellen mit einer sehr charakteristischen Vegetation von Büschelgräsern und niedrigen Sträuchern. Auch hier findet sich an den Waldrändern *NOTHOFAGUS ANTARCTICA*, weshalb *Berninger* wohl mit Recht die Prados als „Glazial- bzw. Postglazialrelikte“ auffaßt.

In den Schluchten der Gebirge tritt *DRIMYS WINTERI* (Magnoliaceae) bestandbildend auf. Neben anderen Baumarten, die erst weiter im Süden ihr Hauptverbreitungsgebiet haben, spielt auf manchen Hanglagen *AEXTOXICUM PUNCTATUM* (Aextoxicaceae), der hier oft in fast reinen Beständen wächst, eine besondere Rolle. In höheren Lagen kommt in nach Süden zunehmendem Maße ein großer Teil der Baumflora des Regenwaldes zur Geltung, so daß es vor allem in der Küstenkordillere nicht leicht zu entscheiden ist, wo die Grenze dieses Vegetationsgebietes gegen das Gebiet der Regenwälder zu ziehen ist.

Die Grenzen der Höhenstufen des Waldes in den Gebirgen steigen nach Süden allmählich tiefer herab und zwar die Grenzen der unteren Vegetationsstufen stärker als die der oberen. Die Höhengrenzen konvergieren also nach Norden, und die Höhenstufen der südlichen Waldgesellschaften werden damit nach Norden zu immer schmaler zugunsten des dort in größere Höhen aufsteigenden Sommerwaldes von *NOTHOFAGUS PROCERA*. Von den Nadelhölzern sind für die unteren Lagen *PODOCARPUS SALIGNUS* und *LIBOCEDRUS CHILENSIS*, für die höheren Gebirgslagen *PODOCARPUS ANDINUS* charakteristisch. In den Anden und an wenigen Stellen der Küstenkordillere erscheint als oberste Höhenstufe des Waldes der nur auf dieses Vegetationsgebiet beschränkte Wald von *ARAUCARIA ARAUCANA*. Die obere Baumgrenze wird, zum Teil mit der *ARAUCARIA* zusammen, von den beiden laubabwerfenden subantarktischen Buchen, *NOTHOFAGUS PUMILIO* und *NOTHOFAGUS ANTARCTICA*, gebildet. Sie liegt am luvseitigen Rande der Anden auf den der Sonne zugewandten Hängen höher als in den Schattenlagen. Die Baumgrenze ist dort, wie in den europäischen Alpen eine Temperaturgrenze. Im Innern der Anden sind gegen die argentinische Grenze hin die Verhältnisse stellenweise umgekehrt. Dort geht der Wald auf den Südhängen höher als in den Nordlagen. Im Lee der westlichen Gebirgszüge wird hier offenbar trotz noch relativ hoher Jahresniederschläge die Sommertrockenheit für die obere Baumgrenze bestimmend.

8. Das Vegetationsgebiet der immergrünen Regenwälder der gemäßigten Zone.

Das Gebiet der immergrünen Regenwälder, das sich nach Süden an das Gebiet mit sommergrünen Laubwäldern anschließt, erstreckt sich in der Küstenkordillere und in den Anden etwa von der Breite von Valdivia an, in der Längssenke vom Südrand des Llanquihueesee an auf der Luvseite der Anden nach Süden durch ganz Patagonien bis nach Feuerland. Es ist

in seiner Gesamtheit charakterisiert durch regenreiches Westwindklima mit Niederschlägen von mehr als 2000 mm und durch ozeanisch sehr gemäßigte, nach Süden allmählich kühler werdende Temperaturen. In seiner ganzen Erstreckung weist es in den tieferen Lagen kaum Frosttemperaturen auf. Die Niederschläge sind in allen Jahreszeiten mehr als ausreichend. Der Sommer ist im nördlichen Teil des Gebietes noch so warm, daß die Vegetationstätigkeit während des ganzen Jahres kaum unterbrochen wird. Die Vegetation entfaltet daher hier im Vergleich zu allen anderen Teilen Chiles ihre größte Üppigkeit. Nach ihrem klimatisch-ökologischen Typus sind die Regenwälder dieses Raumes vergleichbar mit denjenigen auf den Luvseiten der Gebirge von Tasmanien und Neuseeland, während auf der Nordhalbkugel ein entsprechender Waldtypus infolge der größeren Winterkälte kaum auftritt. In den entsprechenden Lagen der pazifischen Küste Nordamerikas finden sich nur Nadelwälder.

Von Norden nach Süden wird die Üppigkeit geringer. Damit gleichlaufend nimmt nach Süden auch der Artenreichtum der Baumschicht allmählich ab. Auf Grund dieser Tatsachen läßt sich das Vegetationsgebiet der temperierten immergrünen Regenwälder in Nord-Südrichtung in drei Teilgebiete gliedern, nämlich die Gebiete des valdivianischen, des nordpatagonischen und des subantarktischen Regenwaldes.

a) Der valdivianische Regenwald.

Im Vergleich zu den weiter südlich anschließenden Räumen zeichnet sich das Gebiet des valdivianischen Regenwaldes durch noch verhältnismäßig warme Sommer aus. Abgesehen von einem schmalen Höhengürtel an der oberen Waldgrenze im Gebirge, wo *NOTHOFAGUS PUMILIO* und *NOTHOFAGUS ANTARCTICA* die Baumgrenze bilden, setzt sich der valdivianische Regenwald nur aus immergrünen Baumarten zusammen. Sein Gebiet weist unter allen chilenischen Vegetationsgebieten die größte Zahl von Baumarten auf. Es sind vorwiegend großblättrige Bäume mit Laub vom Typus des Lorbeer- oder des Magnolienblattes. Neben einfachen ganzrandigen, mehr oder weniger ovalen Blattformen kommen auch fiederteilig aufgegliederte Blätter vor. Selbst die Nadelhölzer dieses Gebietes, soweit sie in den tieferen Lagen gedeihen, haben verhältnismäßig großflächige Blätter. Die Wälder können Höhe von 40 bis 60 m erreichen. Ihr Baumbestand ist sehr artenreich, und sie enthalten zahlreiche dickstämmige Baumlianen (Bild 32). An den Stämmen besonders hochwüchsiger Baumarten finden sich meterhohe Stützbretter wie bei den Baumriesen des tropischen Regenwaldes. Die Stämme sind meist bis in die Kronen hinauf mit einem dichten Teppich von epiphytischen Moosen und Farnen und mit dem Laub von Wurzelkletterern bedeckt. An dieser Flora sind auf den unteren Teilen der Stämme vor allem zahlreiche Arten von Hautfarnen (*HYMENOPHYLLUM*) beteiligt. Den Boden beherrscht meistens ein schwer durchdringbares Gewirr von Sträuchern, Bambus, hohen Farnen und großblättrigen Stauden mit einem sehr großen Reichtum an Moosen und Flechten. Die Moosflora setzt sich aus neotropischen und vor allem aus austral-antarktischen Sippen zusammen und hat einen hochgradig

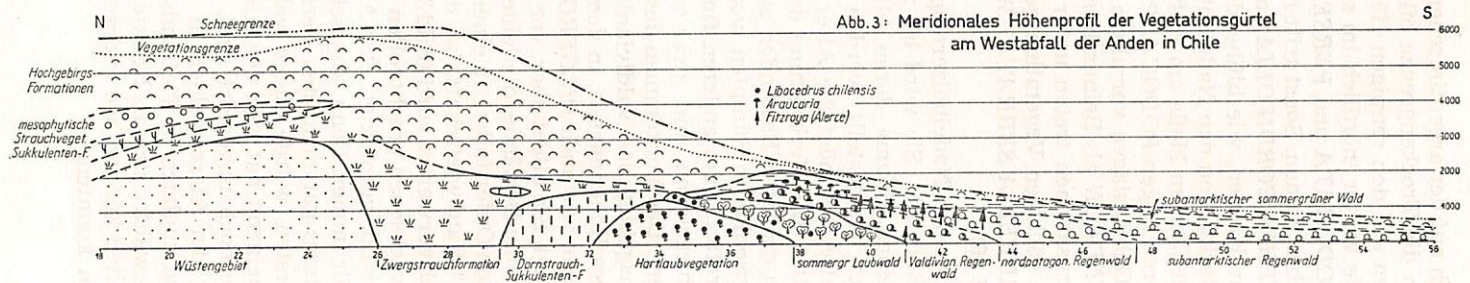
selbständigen Charakter mit einer großen Zahl von regionalen Endemgattungen. Bis zum Boden des Waldes dringt kein Strahl des direkten Sonnenlichtes. Gelegentlich stehen die Stämme der hohen Bäume auffallend dicht. Es kann dort am Boden oft kaum noch ein höherer Pflanzenwuchs aufkommen. An solchen Stellen, wo man dann ausnahmsweise ungehindert über den Waldboden gehen kann, ist dieser zuweilen mit Moosen von einer sehr eigentümlichen Wuchsform bedeckt. Es sind Pflanzen von ellipsoidischer Form, die wie flache Kissen, oft in mehreren Schichten, lose dem Boden aufliegen. Sie sind in frischem Zustande sperrig und elastisch und werden wie leichte Bälle aufgewirbelt. Sie haben einen Durchmesser von 20 bis 30 cm und eine Höhe von 5 bis 10 cm. Sie sind von einem Mittelpunkt aus radial nach allen Seiten verzweigt. Eine Ober- oder Unterseite ist an ihnen nicht zu unterscheiden. Da sie weder mit anderen Pflanzen noch mit dem Boden Verbindung haben, müssen sie ihren Bedarf an Feuchtigkeit und Nahrung der Luft bzw. dem durchträufelnden Regenwasser entnehmen. An manchen Stellen liegen diese seltsamen Pflanzen in einer 30 bis 40 cm dicken Schicht lose übereinander auf dem Waldboden.

In einem eigentümlichen Gegensatz zu der allgemeinen Üppigkeit des Pflanzenwuchses der Regenwälder steht deren auffallende Armut an Tieren. Man sieht oder hört nur selten ein Tier, am häufigsten den Chucao (*SCELORCHILUS RUBECULA*), einen kleinen Vogel, der sich am Waldboden aufhält. Sein Ruf kann in vielen Stunden der einzige Laut sein, der gelegentlich die erdrückende Stille dieser Urwälder unterbricht. An Waldrändern sieht man ab und zu Papageien und den kleinsten der chilenischen Vögel, einen Kolibri (*SEPHANOIDES SEPHANOIDES*), der bis nach Feuerland verbreitet ist.

Die Pflanzenbestände des valdivianischen Regenwaldes sind im einzelnen außerordentlich mannigfaltig zusammengesetzt. Die Gliederung in Pflanzengesellschaften ist sehr schwierig zu erfassen. Die zahlreichen Baumarten, die am Aufbau der Wälder beteiligt sind, können in sehr mannigfaltigen Kombinationen zusammentreten. Der Artenreichtum in den Beständen der tieferen Lagen erinnert oft an tropische Verhältnisse (Bild 36). Jedoch sondern sich auf bestimmten Standorten auch Gesellschaften aus, die nur durch wenige oder gelegentlich sogar durch nur eine Baumart zu kennzeichnen sind. So gibt es zum Beispiel sehr artenarme Bestände von *NOTHOFAGUS DOMBEYI* (Bild 33) und fast reine Bestände von *AEXTOXICUM PUNCTATUM* (Bild 30).

Mit der Höhe kann in den nördlichsten Teilen des Gebietes der Artenreichtum der Wälder zunächst noch zunehmen. Jedoch verringert sich die Artenzahl in den oberen Höhengürteln. Als letzter immergrüner Baum bleibt schließlich oft nur *NOTHOFAGUS DOMBEYI*, der unter dem obersten aus laubabwerfenden *NOTHOFAGUS*arten gebildeten Höhengürtel den Wald oft über mehrere Hundert Meter fast allein beherrscht. In den Anden steigt die obere Waldgrenze nach Osten an. Auch die obere Grenze des immergrünen Waldes unter dem Gürtel der laubabwerfenden *NOTHOFAGUS*arten steigt zunächst nach Osten. Sie fällt jedoch dann, z. B. östlich des Todos-los-Santos-Sees, weiter nach Osten wieder ab, und der Regen-

Abb. 3: Meridionales Höhenprofil der Vegetationsgürtel am Westabfall der Anden in Chile.



waldgürtel keilt schließlich auf der argentinischen Seite im laubabwerfenden Wald, der nach Osten die Trockengrenze bildet, aus (vgl. Abb. 2). In den tiefsten Lagen können auf den sonnigen Hängen in Nordexposition die beiden Baumarten, die weiter nördlich im sommergrünen Laubwald vorkommen, *LAURELIA ODORATA* und *PERSEA LINGUE* oft den Charakter der Bestände noch bestimmen. Sonst tritt in den unteren Lagen vor allem der „Ulmo“ (*EUCRYPHIA CORDIFOLIA*) auffällig in Erscheinung. Im Hochsommer sind seine Kronen, wie blühende Apfelbäume, dicht mit großen weißen Blüten bedeckt. Von den Nadelhölzern, die vereinzelt oder horstweise oft noch in erheblichem Maße am Aufbau der Wälder beteiligt sind, kommen in den unteren Lagen *PODOCARPUS SALIGNUS* und *SAXEGOTHEA*, in höheren Gebirgslagen vor allem *PODOCARPUS NUBIGENUS* und *PILGERODENDRON* als Beimischung in artenreichen Laubwäldern vor. Mit ihnen zusammen treten unter den Laubhölzern Arten auf, die weiter südlich im nächsten Vegetationsgebiet noch stärker verbreitet sind, wie z. B. *LAURELIA SERRATA*, *WEINMANNIA* und verschiedene Myrtaceen (Bild 36).

Eine besondere Rolle unter den Nadelhölzern spielt die „Alerce“ (*FITZROYA PATAGONICA*) (Bild 34). Sie wird bis zu 60 m hoch und kann ein sehr hohes Alter erreichen. Bäume, deren Alter nach den Jahrringen mit mehr als 2000 Jahren festgestellt werden kann, sind keine Seltenheit. Schon Philippi hatte das mögliche Alter von Exemplaren dieser Art auf 3000 Jahre geschätzt. Die Verbreitung der Alerce ist sehr eigentümlich. Sie kam einmal in größeren Beständen auch in tieferen Lagen im südlichsten Teil der Längssenke in Sümpfen vor, ist aber dort heute so gut wie vollständig ausgerottet. Zum anderen findet sie sich in den oberen Höhengürteln der Gebirgslagen und zwar sowohl in den Anden als auch in der Küstenkordillere. Das Vorkommen des Höhengürtels mit Alerce ist auf das Vegetationsgebiet des valdivianischen Regenwaldes beschränkt. Im oberen Teil des Höhengürtels, in dem *NOTHOFAGUS DOMBEYI* dominiert, erscheint sie wie auch *PILGERODENDRON* beigemischt oder in Gruppen eingesprengt. Sie bildet aber, vor allem in der Küstenkordillere, auch ausgedehnte reine Bestände, die leider immer mehr der wirtschaftlichen Ausbeutung zum Opfer fallen. In einer für den Europäer kaum vorstellbaren „großzügigen“ Raubwirtschaft, bei der oft kaum ein Viertel des gefällten Holzes wirklich verwertet wird (Bild 31), werden diese in zwei bis drei Jahrtausenden gewachsenen prachtvollen „Alercales“, wo sie verkehrstechnisch erreichbar sind, vernichtet. Der Alercewald verschwindet dabei von diesen Flächen für immer. Denn, abgesehen davon, daß man wegen des langsamen Wachstums gar nicht den Versuch machen würde, sie wieder mit Alerce aufzuforsten, würde dieses wahrscheinlich auch wohl kaum möglich sein. Anscheinend hat sich der Alercewald nur unter besonderen Bedingungen, die noch ungeklärt sind, verjüngen können. Die eigentümliche Verbreitung der Alercewälder in einem Höhengürtel an der oberen Waldgrenze und zugleich in Tieflandssümpfen ist vermutlich so zu deuten, daß die Alercewälder sich als Relikte einer ehemals weiteren Verbreitung dort haben halten können, wo andere Baumarten nicht mehr als Konkurrenten auftreten konnten.

b) Der nordpatagonische Regenwald.

Dieses Vegetationsgebiet läßt sich nicht scharf gegen das vorige abgrenzen. Als Ganzes hebt es sich aber doch deutlich ab. Die Üppigkeit des Waldes, die Höhe der Bestände und vor allem auch der Artenreichtum nehmen hier gegenüber dem valdivianischen Regenwald stark ab, wenn auch der Wald in manchen Teilen dem letzteren noch sehr ähnlich ist. Auch hier können die Wälder noch sehr artenreich sein. Sie haben noch reichlich Lianen, und auch mit der Fülle der Epiphyten, vor allem zahlreichen *HYMENOPHYLLUM*-Arten, stehen sie nicht hinter dem valdivianischen Wald zurück. Die Nordgrenze des Gebietes kann man vielleicht in der Mitte der Insel Chiloé annehmen. Nach Süden reicht es bis etwa 47° oder 48° s. Br. Auch hier spielt *NOTHOFAGUS DOMBEYI* noch die Hauptrolle. Der Wald, der im valdivianischen Gebiet mehr die oberen Höhengürtel bestimmt, reicht hier bis hinunter zum Meeresspiegel. Von den Baumarten, die im valdivianischen Regenwald vorwiegend in den artenreichen Wäldern der tieferen Lagen auftreten, kommen viele hier nicht mehr vor. Als bestandesbildende Baumarten treten dagegen *WEINMANNIA TRICHOSPERMA* und *CALDCLUVIA PANNICULATA* (beide Cunoniaceae) sowie *LAURELIA SERRATA* und Myrtaceen stark hervor. Von den Nadelhölzern spielen besonders *PODOCARPUS NUBIGENUS* und *PILGERODENDRON* eine große Rolle. *PILGERODENDRON* macht auf manchen der Inseln des Chonosarchipels den Hauptbestand der Wälder aus und beherrscht dort vor allem die höheren Lagen. Die Bestände werden jetzt vielfach zur Gewinnung von Pfählen ausgebeutet, wobei oft auf einer ganzen Insel der Wald durch Abbrennen vernichtet wird. Als ein besonders wichtiger Bestandteil der Wälder dieses Vegetationsgebietes muß auch *DRIMYS WINTERI* hervorgehoben werden. Diese Baumart ist hier nicht mehr wie im Norden auf Schluchtwälder beschränkt, sondern bildet flächenhaft ausgedehnte große Bestände vor allem auf sumpfigen und anmoorigen Böden. Im nordpatagonischen Vegetationsgebiet kommen auch in tieferen Lagen schon kleine Hochmoore vor, während solche weiter nördlich im Gebiet des valdivianischen Regenwaldes nur auf den oberen Rücken der Küstenkordillere zu finden sind. In ihrem Gesamthabitus und mit ihren einzelnen Wuchsformen entsprechen diese Sphagneta vollkommen den europäischen, obwohl mit Ausnahme einiger identischer *SPHAGNUM*-Arten und der Gattung *DROSERA*, die durch die Art *DROSERA UNIFLORA* vertreten ist, alle an ihrem Aufbau beteiligten Pflanzen ganz anderen Sippen angehören. Von den Nadelhölzern hält sich der nur fußhohe Zwergstrauch *DACRYDIUM* in seiner Verbreitung an die Moorgesellschaften.

Auf hohen Stranddünen an der pazifischen Küste von Chiloé wächst eine Waldgesellschaft, die von besonderem Interesse ist, weil sich hier mehrere Arten, die in Fray Jorge ihre nördlichsten Vorkommen haben, ebenfalls zusammenfinden, vor allem die Holzarten *AEXTOXICUM PUNCTATUM* und *RAPHITHAMNUS SPINOSUS* (Bild 29). Außerdem tritt hier massenhaft *GUNNERA* (Haloragaceae) in übermannshohen Beständen auf (Bild 35). Auch sie hat bei Fray Jorge ihren nördlichsten Fundpunkt. Die *AEXTOXICUM*-Bestände sind hier tischflach windgeschert (Bild 37) mit Baumhöhen von 5 bis 6 Metern. Es ist sehr eindrucksvoll diese Baumart, die in

dem niederschlagsarmen Klima des Kleinen Nordens auf den lokalklimatisch feuchtesten Nebelstandorten gedeiht, hier in der Nähe der Südgrenze ihrer Verbreitung in dem niederschlagsreichen Klima Nordpatagoniens auf den durchlässigen Dünensanden, also den edaphisch trockensten Standorten zu sehen, während die Art im Gebiet des valdivianischen Regenwaldes weiträumig verbreitet ist und dort unter den durchschnittlichen regionalen Klimaverhältnissen große, oft reine Bestände bildet. *RAPHITAMNUS SPINOSUS* (Verbenaceae) hat offenbar einen ganz ähnlichen ökologischen Spielraum wie *AEXTOXICUM*.

c) Der subantarktische Regenwald.

In dem Gebiet des subantarktischen Regenwaldes von Westpatagonien lassen die kühleren Sommer nur noch ein bescheidenes Wachstum zu. Das Klima, Fuchsiensklima nach Köppen, entspricht einem „Kalthausklima“. Es ist feucht, kühl und, von den Hochgebirgslagen abgesehen, frostfrei. Die Niederschlagsmengen sind sehr groß und betragen meist über 3000 mm.

Der Wald bleibt hier niedrig. Die Höhe der Bäume erreicht kaum noch ein Drittel von derjenigen der Bäume des valdivianischen Regenwaldes. Die Baumschicht wird sehr artenarm und eintönig. Beherrschend ist die immergrüne *NOTHOFAGUS BETULOIDES*. Dazu kommen als besonders charakteristische Holzarten *PILGERODENDRON* und einige Myrtaceen. Sehr reich ist der Bestand an Cryptogamen. Im übrigen enthält die Flora etwa von 48° s. Br. an nach Süden eine große Zahl von Arten spezifisch südpatagonischer Verbreitung, die der antarktischen Flora angehören. Donat hat in einem instruktiven Verbreitungsdiagramm eine Übersicht über zwei Dutzend Arten der magallanischen Region gegeben, die alle zwischen dem 47. und dem 49. Breitengrad ihre Nordgrenze erreichen.

9. Das Vegetationsgebiet der subantarktischen Strauch- und Moostundren.

Ob es berechtigt ist, die küstennahen südwestlichen Teile Westpatagoniens als ein eigenes Vegetationsgebiet abzusondern, sei hier offen gelassen. In diesen wind- und nebelreichen überfeuchten und gleichmäßig kühlen Gebieten tritt der immergrüne Wald aus *NOTHOFAGUS BETULOIDES* vor allem in flacheren und der Küste unmittelbar benachbarten Lagen auf weiten Strecken ganz zurück hinter sumpfigen Strauchformationen, Mooren und verschiedenartigen Moosformationen, die auch die Felsflächen überziehen und fast ausschließlich aus austral-antarktischen Florenbestandteilen zusammengesetzt sind. Als besonders charakteristisches Holzgewächs ist der Nadelzweigstrauch *DACRYDIUM* zu nennen.

10. Das Vegetationsgebiet der subantarktischen sommergrünen Laubwälder.

Dieser Waldgürtel, der den immergrünen Regenwald Westpatagoniens von den ostpatagonischen Steppen trennt, wird hauptsächlich von *NOTHOFAGUS PUMILIO* und *NOTHOFAGUS ANTARCTICA* gebildet. Beide Arten kommen weit nach Norden auch in den Anden in dem obersten Höhengürtel des Waldes vor (Bild 20) und bilden dort bis nach Mittelchile hin fast überall die obere Baumgrenze (Bild 26).

a) Der *NOTHOFAGUS PUMILIO*-Gürtel

NOTHOFAGUS PUMILIO ist die höhere und schlankere der beiden laubabwerfenden subantarktischen Südbuchen und trägt bei fast gleicher Form der kleinen Blätter etwas dunkleres Laub als *NOTHOFAGUS ANTARCTICA*. Ihre Bestände können über 10 m hoch werden. Sie setzen in einem Gebiet mit Niederschlagsmengen von etwa 500—1500 mm den feuchteren, dem Regenwald unmittelbar benachbarten Teil des magallanischen sommergrünen Waldgebietes zusammen.

b) Der *NOTHOFAGUS ANTARCTICA*-Gürtel

NOTHOFAGUS ANTARCTICA kommt in dem weniger niederschlagsreichen Teil zur Herrschaft bei Niederschlagsmengen von 300 bis 600 mm. Sie bildet die kontinentale Trockengrenze des Waldes gegen die ostpatagonische Steppe (Bild 38). Im allgemeinen bleibt *NOTHOFAGUS ANTARCTICA* niedriger als *NOTHOFAGUS PUMILIO*. Sie hat auch einen breiter ausladenden sparrigen Wuchs. Gegen die Waldgrenze hin ist sie fast vom Grunde an knorrig verzweigt und nimmt schließlich an der äußersten Grenze gegen die Steppe, ebenso wie im Knieholz an der oberen Höhengrenze im Gebirge, eine strauchartige krüppelhafte Wuchsform an. Im *NOTHOFAGUS ANTARCTICA*-Gürtel ist der Wald seit einem halben Jahrhundert zu einem sehr großen Teil durch die Schaffarmwirtschaft verdrängt worden (Bild 39). Mit Resten der Waldflora des subantarktischen Laubwaldes und landfremden Unkräutern mischen sich dort auf den Weideflächen jetzt Pflanzen der ostpatagonischen Steppe, sowie Polsterpflanzen und Teppich-Zwergsträucher der südandinen Gebirgsmatten.

Vegetationsgeschichtlich und ökologisch interessant ist das lokale Vorkommen von Pflanzen des westpatagonischen Regenwaldes (*POLYPODIUM PATAGONICUM*, *CALCEOLARIA TENELLA*) innerhalb des *NOTHOFAGUS ANTARCTICA*-Gürtels in der bekannten Mylodonhöhle bei Puerto Consuelo. Im Halbdunkel des Höhlenrandes, auf der von durchsickerndem Wasser befeuchteten Wand haben sich diese Pflanzen halten können, möglicherweise als Relikte der von Auer nachgewiesenen vorübergehend stärkeren Waldausbreitung in einer postdiluvialen warmfeuchten Zeit.

11. Das Vegetationsgebiet der ostpatagonischen Strauchsteppe.

Dieses Gebiet enthält im allgemeinen weniger als 300 mm Niederschlag im Jahr, maximal vielleicht örtlich bis zu 350 mm. Die Strauchsteppe ist in der Nähe der Waldgrenze noch verhältnismäßig dicht und hoch und enthält z. T. noch Sträucher der Waldflora. Die Waldgrenze, die schon von Natur aus, klimageschichtlich bedingt, eine Rückzugsgrenze des Waldes war, ist seit dem Aufkommen der Schaffarmwirtschaft in stärkstem Maße aufgelockert und weiter zurückverlegt worden (Bild 39).

12. Das Vegetationsgebiet der südandinen Hochgebirgsformationen.

Die mehr oder weniger feuchten Hochgebirgsformationen über der Baumgrenze der südlichen Hochanden weisen sowohl in den Wuchsformen mit vorwiegend Polster- und Teppichzwergräuchern, als auch floristisch engste Beziehungen zu den Pflanzenformationen der waldfreien Teile von Magallanes und Feuerland auf.

In den Anden nördlich des 51° s. Br. verläuft die Grenze zwischen den luv- und leeseitigen Formationen in nordsüdlicher Richtung. Die obere Baumgrenze wird auf beiden Seiten durch die subantarktischen laubabwerfenden Südbuchen gebildet. Auf der Luvseite folgt darunter der Regenwald, während sich auf der Leeseite ein Gürtel von subantarktischem Sommerwald anschließt, dessen Verbreitung durch die geringeren Niederschlagsmengen bestimmt wird. Seine westliche Grenze gegen den Regenwald in den durchgreifenden Tälern ist eine Feuchtigkeitsgrenze, seine Ostgrenze ist die Trockengrenze des Waldes gegen die Steppe. Die Steppe kann auch als eine untere Höhenstufe noch in das Waldgebiet hineinreichen. Der Wald hat also dort nicht nur nach Osten, sondern auch nach unten und nach oben eine Trockengrenze. Im Gegensatz zu der Luvseite des Gebirges reicht der Wald daher hier auf den Schattenseiten höher hinauf als auf den Nordhängen.

III. Klima und Vegetationsgliederung

1. Allgemeines

Die in dem vorausgehenden Kapitel dargestellte Einteilung Chiles in natürliche Vegetationsgebiete ist ausschließlich auf Grund der Verbreitung der Pflanzenformationen entworfen. Sie stellt großräumige zonale Unterschiede des Vegetationscharakters heraus. Diese sind in ihren allgemeinen Zügen zweifellos in erster Linie durch das Klima bestimmt. Zwar ist auch das Relief, wie ein Blick auf die Karte der Vegetationsgebiete erkennen läßt, von großer Bedeutung für den Verlauf der Vegetationsgrenzen. Es übt jedoch diesen Einfluß vorwiegend über die von ihm in wesentlichen Zügen mitbestimmte klimatische Gliederung aus. Andere Faktoren, wie vor allem die Gesteinsarten, sind weniger für den allgemeinen Verlauf der Grenzen maßgebend als für deren örtliche spezielle Lage. Diese kann jedoch bei unserem großzügigen Überblick nicht im Einzelnen betrachtet werden. Die Grenzlinien auf der Karte der Vegetationsgebiete repräsentieren ja nur die ungefähre Lage der Übergangssäume zwischen den Gebieten. Für den Maßstab unserer Betrachtung darf deshalb die Frage nach den Ursachen der großräumigen Gliederung der Vegetation eingeschränkt werden auf die Frage, welche Klimafaktoren die Anordnung der Vegetationsgebiete und den allgemeinen Verlauf ihrer Grenzsäume bedingen.

Um Mißverständnisse auszuschließen, sei hier betont, daß wir nicht annehmen, man könne auch nur in einem Fall einen „Klimafaktor“ allein für die Lage und den Verlauf der Grenze zweier Vegetationsgebiete verantwortlich machen. Von den elementaren Eigenschaften des Klimas, die wir

mit den meteorologischen Meßwerten erfassen, machen immer mehrere zusammen den „ökologischen Faktor“ aus, der nach dem Gesetz des Minimums den Charakter einer Vegetationsgrenze bestimmt. Die einzelnen Elemente des Klimas und andere Geländefaktoren können sich dabei oft gegenseitig ersetzen und in ihrer Wirkung beeinflussen oder aufheben. So kann insbesondere der ökologische Effekt gleicher Niederschlagsmengen sehr verschieden sein, je nach der Art der Faktoren, welche die Stärke der Evaporation beeinflussen; andererseits können unterschiedliche Niederschlagsmengen je nach dem, wie sie zeitlich verteilt sind, unter Umständen ökologisch eine gleiche Wirkung erzielen. Unsere Frage kann also nicht darauf abzielen, nach bestimmten Isohyeten oder Isothermen zu fahnden, die mit dem Verlauf der Vegetationsgrenzen zusammenfallen.

Die Aufgabe im Rahmen dieser Studie beschränkt sich darauf, zu prüfen, wie weit ein Vergleich der Vegetationsverhältnisse mit den meßbaren Klimawerten Aussagen über den ökologischen Charakter der Vegetationsgrenzen erlaubt, und ob dabei bestimmte Züge des Klimas als mehr oder weniger ausschlaggebend zu erkennen sind. Nur so ist es zu verstehen, wenn trotz des oben Gesagten im Folgenden vorwiegend mit pauschalen Mittel- und Schwellenwerten einzelner Klimaelemente operiert wird. Denn solange spezielle Untersuchungen über die Ökologie der einzelnen Vegetationsgrenzen nicht vorliegen, bieten solche Werte neben der unmittelbaren Beobachtung der Vegetation, die einzigen Anhaltspunkte, welche Schlüsse auf die ökologischen Qualitäten der Vegetationsgrenzen möglich machen. Von den für solche Fragen wichtigen meteorologischen Meßwerten sind ohnedies nur für wenige Stationen brauchbare langjährige Reihen vorhanden. Die hier in Verbindung mit einzelnen Vegetationsgrenzen hervorgehobenen Klimawerte können daher nur als Hinweise auf die Zusammenhänge zwischen dem Klima und den ausschlaggebenden ökologischen Faktoren aufgefaßt werden.

Wenn wir z. B. das Temperaturmittel des kühlestn Monats oder die mittleren Minima heranziehen, um einen für den Charakter des sommergrünen Laubwaldgebietes wesentlichen Zug des Klimas anzudeuten, so wird damit nur gesagt, daß die Winterkälte irgendwie bedeutsam ist. Es bleibt jedoch dabei zunächst offen, ob die entscheidende Wirkung für die Vegetation durch die Tiefstwerte der Lufttemperatur, durch Bodenfröste, die Schneesverhältnisse oder etwa durch das Minimum der Wärmesumme eines bestimmten Zeitraumes zustande kommt, oder in welcher Weise mehrere dieser Klimaeigenschaften, vielleicht mit noch anderen zusammen, daran beteiligt sind.

Für den ökologischen Effekt, der in der Vegetationsgrenze physiognomisch erkennbar wird, ist letzten Endes stets der ganze Jahresablauf des Klimas wichtig. Zu verschiedenen Zeiten des Jahres können dabei jeweils andere Klimaelemente vorzugsweise wirksam sein. Es dürfte noch nicht möglich sein, für ganz Chile oder auch nur für den größeren Teil seiner Vegetationsgrenzen die Zusammenhänge mit dem Klima in dieser Art befriedigend vollständig zu erfassen. Die verfügbaren Klimadaten genügen dazu nicht. Deshalb ist es ganz besonders zu begrüßen, daß Schwabe für die Umgebung der an der Südgrenze des Hartlaubgürtels gelegenen ökolo-

Stationen im Innern des Landes:

Vegetat.-Gebiet	Station (geogr. Koord.)	Höhe ü. M. in m	Jahres- nieder- schlag mm	Mittl. Jahres- temp.	Temperatur Monatsmittel		Temp. Januar/ Juli Diffe- renz	Jahresmittel des Temp. Max.	Jahresmittel des Temp. Min.
					Januar	Juli			
Wüste	Canchomes (28°25', 69°35')	1300	1	16,3	21,3	11,8	9,7	30,6	4,2
	Copiapó (27°21', 70°24')	370	25	16,1	20,3	12,2	8,8	24,8	11,2
Zwergstrauch- formation	Vallenar (28°34', 70°47')	373	70	15,3	19,4	11,4	8,2	24,2	9,0
Dornstrauch Sukkulenten- formation	Jahuel (32°41', 70°39')	1180	305	15,7	21,8	10,8	11,4	23,3	9,7
Hartlaubgebiet	Santiago (33°27', 70°42')	520	360	13,9	19,9	8,0	11,9	22,1	7,1
	Talca (35°26', 71°10')	97	750	14,5	21,6	8,5	13,1	22,0	7,6
	Linares (34°51')	157	1076	13,9	20,5	8,0	12,5	20,6	8,0
	Los Angeles (37°28', 77°21')	160	1311	13,5	19,3	8,5	10,8	19,9	8,0

Stationen an der Küste:

Wüste	Iquique (20°12', 70°11')	9	2	18,3	21,3	15,6	5,8	21,5	14,1
Strauchforma- tion m. Frühlings- hygrophyten	La Serena (29°54', 71°15')	35	114	14,4	17,2	11,9	5,3	18,6	10,5
Hartlaubgebiet (Nordrand)	Zapallar (32°32', 71°33')	20	384	14,2	17,5	11,4	6,1	18,1	11,0
Sommergrüner Laubwald (Nordrand)	Concepcion (36°50', 73° 3')	10	1320	13,5	18,5	9,6	8,9	19,7	8,1

Übersicht über einige Klimadaten des südlichen Chile

		Meter	Mittl. Jahres- niederschlag	Mittl. Jahres- Temp.	Temp. Mittel		Differ.	Temp. Mittel	
					Januar	Juli		Max.	Min.
Sommergrüner Laubwald									
Küste (Grenz- saum zum Hart- laubgebiet)	Concepcion (36° 50', 73° 3')	10	1320	13,5	18,5	9,6	8,9	19,7	8,1
Längssenne	Temuco (38° 45', 72° 38')	114	1359	11,8	16,6	7,6	9,0	18,3	6,8
Anden	Lonquimay (38° 26')	900	1855	8,5	15,0	1,8	13,2	16,3	0,8
Küste (u. Über- gang z. Regen- wald)	Valdivia (39° 48')	5	2511	11,8	16,7	7,8	8,9	16,7	7,4
Valdivian. Regenwald	Puerto Montt (41° 28')	5	1906	11,0	15,1	7,6	7,5	15,0	7,5
Nordpatagon. Regenwald	Melinka (43° 54')	5	3173	9,9	13,2	7,5	5,7	13,3	6,9
	Pto Aysen (45° 28')	10	2865	8,9	13,1	4,8	8,3	12,4	5,7
Subantarkt. Regenwald	San Pedro (47° 43')	22	4319	8,2	11,1	5,7	5,4	10,8	5,7
	Evangelistas (52° 41')	55	2754	6,2	8,4	4,1	4,3	8,1	4,1
Subantarkt. sommergrüner Laubwald	Punta Arena (53° 10')	20	431,4	6,6	10,9	2,2	8,7	9,9	3,3

gischen Station Mininco den Versuch unternommen hat, den Jahresgang des Klimas nach seinen ökologisch wirksamen Eigenschaften zu untersuchen (vgl. den Beitrag von Schwabe in diesem Bande).

Unsere Kenntnis der Klimadaten ist für die einzelnen Teile des Landes sehr verschieden. Mit Ausnahme verhältnismäßig kleiner Gebiete ist das Beobachtungsnetz noch weitmaschig. Die Zahl der Stationen mit längeren Beobachtungsreihen ist gering. Die meisten der bisher veröffentlichten Karten einzelner Klimafaktoren beruhen daher in großen Teilen auf extrapolierten Werten und auf oft auch zweifelhaften Annahmen, nach denen die „Isolinien“ dem Relief angepaßt oder nach den Vegetationsverhältnis-

sen ergänzt worden sind. Erfreulicherweise ist wenigstens die Niederschlagsverteilung in den mittleren und nördlichen Teilen des Landes nach der kritischen Verarbeitung des gesamten bisher verfügbaren Beobachtungsmaterials durch *Almeyda* verhältnismäßig gut bekannt. Die Temperaturen sind in großen Zügen nach den Monatsmittelwerten zu übersehen. Die Zahl der Stationen, für die der Tagesgang genau bekannt ist, ist jedoch noch viel zu gering, um für die Fragen des Zusammenhangs der Vegetationsgrenzen mit dem Wärmegang sichere Schlüsse zu ermöglichen. Insbesondere fehlen auch Daten, die eine ausreichende Vorstellung über die Verbreitung der verschiedenen Grade der Frostintensität, der Frostwechselhäufigkeit, der Tiefe des Bodenfrostes usw. geben. Ähnliches gilt für die Schneesverhältnisse und die Luftfeuchtigkeit. Auch der Grad der Bewölkung und vor allem die Verbreitung, die Häufigkeit und die jahreszeitliche Verteilung der Nebel sind vielfach gerade dort, wo ihre Kenntnis für das Verständnis der Vegetationsverhältnisse besonders wichtig wäre, unzureichend bekannt. Aus der Klimastatistik können daher nur mit Vorsicht Schlüsse auf die Beziehungen der Vegetationsgrenzen zu den klimatischen Faktoren gezogen werden.

In vielen Fällen kann man jedoch in der Vegetation selbst Anhaltspunkte für den ökologischen Charakter der Vegetationsgrenzen finden. Der Vergleich der Wuchsformen auf beiden Seiten der Grenze und besonders auch die genaue Beobachtung der örtlichen räumlichen Anordnung der Pflanzengesellschaften mit unterschiedlichen ökologischen Ansprüchen, ergeben oft einwandfreie Kriterien dafür, ob die Grenze etwa durch Zu- bzw. Abnahme der Feuchtigkeit oder durch Temperaturfaktoren bedingt ist. So kann man beispielsweise aus der Tatsache, ob die obere Waldgrenze im Gebirge auf der Sonnenseite oder auf den Schattenhängen höher hinaufreicht, erschließen, ob die nicht mehr für den Baumwuchs ausreichende Wärme oder die Trockenheit für die Höhengrenze des Waldes maßgebend ist.

2. Die Temperaturverhältnisse.

Die in den Tabellen zusammengestellten Klimadaten einer kleinen Auswahl von Stationen geben einen allgemeinen Überblick über die Temperaturverhältnisse des Landes. In der Tabelle für die subtropische Nordhälfte sind die Stationen des Innern und der Küste getrennt aufgeführt, um die Übersicht zu erleichtern.

Im Nordteil des Landes sind die Temperaturen ebenso sehr von der Küstennähe wie von der Breitenlage abhängig. Denn die durch den Humboldtstrom bedingte, nach Norden zunehmende negative Temperaturanomale hebt in Meeresnähe die Unterschiede der Breitenlage fast auf. Während die mittlere Jahrestemperatur in Valdivia ungefähr dem Mittelwert der geographischen Breite entspricht, bleibt sie in Iquique um 5° unter dem Mittelwert des betreffenden Breitengrades.

Im gesamten subtropischen Bereich des Landes, also über 20 Breitengrade von der Nordgrenze Chiles bis zur Südgrenze des Hartlaubgebietes, differiert — von den Hochgebirgslagen abgesehen — die mittlere Jahres-

temperatur im allgemeinen um höchstens 5°. Am geringsten sind die mittleren Wärmeunterschiede im Sommer. Mit Ausnahme eines schmalen Küstenstreifens und der Höhen über 2000 m ü. M. bleibt in der Nordhälfte Chiles das Mittel des wärmsten Monats im allgemeinen zwischen 19° und 22°.

Das Januarmittel ist mit 20,3° in Copiapó (27°21' s. Br., 370 m ü. M.) kaum höher als in Santiago (33°27' s. Br., 520 m ü. M.) mit 19,9°. Selbst Los Angeles an der Südgrenze des Hartlaubgebietes hat mit 19,3° ein nur um 1° geringeres Januarmittel als Copiapó. Der Mittelwert des wärmsten Monats ist in manchen Teilen der zentralchilenischen Längssenke sogar höher als in der nordchilenischen Wüste. Talca (35° 26' s. Br., 97 m ü. M.) hat im wärmsten Monat eine Mitteltemperatur von 21,6°, die Wüstenstationen Iquique (20°12' s. Br., 9 m ü. M.) und Canchones (20°30' s. Br., 1300 m ü. M.) haben dagegen nur 21,3° (wie Lissabon!)

Es darf dabei jedoch nicht übersehen werden, daß die Dauer der heißen Jahreszeit verschieden ist. Aus dieser Tatsache, die in der beigefügten Tabelle über die Anzahl der Monate mit Mittelwerten über den Schwellenwerten von 16° und 18° zum Ausdruck kommt, ergeben sich doch wesentlich größere Wärmeunterschiede zwischen dem Norden und der Mitte des Landes als die Mittelwerte des wärmsten Monats zunächst vermuten lassen.

Gesamtzahl der Monate mit Temperaturen über oder unter bestimmten Schwellenwerten

	> 18°	> 16°	> 14°	> 12°	< 10°	< 8°	< 6°	< 4°
Wüste, Zwergstrauch- und Dornenstrauchsukkul-Geb.	4—6	6—10	8—12	9—12	—	—	—	—
La Serena	—	4	6	11	—	—	—	—
Hartlaubgebiet	2—4	4—5	5—7	7—8	2—3	—	—	—
Sommergrüner Laubwald	0—1	2—3	4—5	5—7	2—5	1—3	—	—
Valdivianischer Regenwald	—	—	3	5	5	1—3	—	—
Nordpatagon-Regenwald	—	—	—	3	5—7	4—5	0—3	—
Subantarktischer Regenwald	—	—	—	—	8—12	6—9	3—6	—
Subantarktischer Laubbeworfender Wald	—	—	—	—	9	7	5	3

An der Küste sind die Sommertemperaturen unter dem Einfluß des Meeres niedriger. Das Januarmittel beträgt in La Serena (29°54' s. Br., 35 m ü. M.) nur 17,2°. In allen Breiten des nördlichen und mittleren Chile sind die Küsten im Sommer kühler und im Winter wärmer als das Innere des Landes. Die auf das Meeresniveau reduzierten Januarisothermen laufen fast parallel zur Küste. Das bedeutet, daß, sofern nicht die Höhenlage ausgleichend wirkt, die wirklichen Sommertemperaturen innerhalb der gleichen Breite oft stärker verschieden sind als von Norden nach Süden. Zum

Beispiel ist das Januarmittel in Jahuel ($32^{\circ}41'$ s. Br., 1180 m ü. M.) trotz der Höhenlage des Ortes noch um $4,3^{\circ}$ höher als in Zapallar ($32^{\circ}32'$ s. Br., 20 m ü. M.). Dagegen ist das Januarmittel im äußersten Norden in Iquique und Canchones nur um 2° höher als in Los Angeles ($37^{\circ}28'$ s. Br., 160 m. ü. M.). Bei den Wintertemperaturen weist die Nordhälfte des Landes größere Unterschiede in nord-südlicher Richtung auf mit einer Differenz von rund 8° zwischen den Julimittelwerten im äußersten Norden und am Südrand des Hartlaubgebietes. Dagegen sind die Unterschiede zwischen den Küstenstationen und dem Innern im Winter wesentlich geringer als im Sommer. Das Temperaturgefälle von der Küste ins Innere ist im Winter im Kleinen Norden am geringsten, im Sommer dagegen gerade in diesem Teil am größten.

Während die Betrachtung der Nordhälfte des Landes zu dem Schluß führt, daß dort den Temperaturen für die Grenzen der von Norden nach Süden aufeinanderfolgenden Vegetationsgebiete sicherlich nicht die ausschlaggebende und wohl auch kaum eine sehr große Bedeutung zukommt, kann das gleiche für den Südtel des Landes nicht gesagt werden. Schon bei der Grenze des Hartlaubgebietes gegen das Gebiet des temperierten Sommerwaldes dürften die Temperaturverhältnisse von Einfluß sein und zwar einmal, indem die geringere Wärme des Winters im Gebiet des Sommerwaldes (1—3 Monate mit Mitteltemperaturen unter 8°) dort während dieser Jahreszeit die Vegetationstätigkeit hemmt und zum anderen, weil damit dort auch Fröste mehr oder weniger regelmäßig eine für die Pflanzen wirksame Intensität erreichen.

Dagegen sind im südlich anschließenden Regenwaldgebiet die Temperaturen durch den hier stärkeren Einfluß des Meeres ausgeglichener und es gibt dort in den tieferen Lagen weder Frost noch Schnee. Vor allem auch die Tagesamplituden der Temperatur werden in dem hochozeanischen Klima nach Süden außerordentlich klein. Die Grenze des temperierten Sommerwaldes gegen den Regenwald dürfte in erster Linie durch die am Nordrand des Golfes von Reloncavi zunehmende Ozeanität des Klimas bedingt sein. Im valdivianischen Regenwald sind sowohl die Jahres-, als auch die Tagesamplituden der Temperatur geringer als im Gebiet des Sommerwaldes, und Frosttemperaturen fehlen. Die Grenzen, welche die drei Teilgebiete des Regenwaldes voneinander unterscheiden, müssen jedoch in erster Linie mit der Tatsache der allgemeinen Temperaturabnahme nach Süden in Zusammenhang gebracht werden. Im nördlichsten Teil, im Gebiet des valdivianischen Regenwaldes, ist der Sommer noch warm. 3 Monate haben Mittelwerte über 14° . Zugleich sind die übrigen Jahreszeiten nicht so kühl, daß sie die Vegetationstätigkeit unterbrechen würden. Kein Monat hat ein Temperaturmittel unter 6° . Nach Süden nimmt die Sommerwärme ab. Das Gebiet des nordpatagonischen Regenwaldes hat nur noch drei Monate mit Temperaturmitteln über 12° . Im südlichsten Teil, dem Gebiet des subantarktischen Regenwaldes, wird dieser Wert in keinem Monat mehr erreicht. Da jedoch die Temperaturen nach Süden zu immer ausgeglichener werden, nimmt die winterliche Kälte nur in viel geringerem Maße zu, als die sommerliche Wärme abnimmt. Das Gebiet des nordpatagonischen Regenwaldes hat nur bis zu 3 Monate, der subantarktische Regenwald 3—6 Monate mit

einem Temperaturmittel unter 6° . In beiden Gebieten bleibt jedoch der Mittelwert in keinem Monat unter 4° . Im Gebiet der subantarktischen sommergrünen Wälder, im Lee der Anden, sind die Temperaturen erheblich kontinentaler. Es gibt dort 3 Monate mit Mittelwerten unter 4° . Die Temperaturamplituden sind größer, und dort werden auch Frost und Schnee für die Vegetation wirksam.

Für die Strahlungsbilanz und damit für den Wärmegang in den Standortsklimaten ist die Bewölkung von sehr großer Bedeutung. Das Wüstengebiet bleibt, von einem schmalen Küstenstrich abgesehen, während des ganzen Jahres fast immer wolkenlos. Das mittlere Chile ist in nach Süden zunehmendem Maße im Winter stärker bewölkt. Im Sommer ist dagegen auch hier die Bewölkung meist sehr gering. Jedoch vermindern im Gegensatz zur Wüste im Sommer Dunst und Staub die Einstrahlung. Der Süden des Landes hat dagegen in allen Jahreszeiten eine starke Bewölkung. Diese Unterschiede verstärken die durch die Breitenlage bedingte Verschiedenheit der Einstrahlung. Im Norden bewirkt die direkte Einstrahlung hohe Tagesamplituden und sehr extreme Temperaturwerte des bodennahen Klimas. Die Tagesamplituden sind im Sommer am größten. Für den mittleren Teil des Landes haben jedoch die täglichen Temperaturunterschiede des Winters eine noch größere Bedeutung. Denn schon im Hartlaubgebiet und mehr noch im Gebiet der sommergrünen Wälder nähern sich, bei niedriger mittlerer Wärme, die Minima der Nullgrenze oder unterschreiten diese. Tiefsttemperaturen werden insbesondere im mittleren Teil des Landes auch schon in den unteren Lagen für den Vegetationscharakter wirksam.

Fröste kommen in Chile unter allen Breiten vor, jedoch in den meisten Teilen des Landes sind sie auf die Hochlagen der Anden beschränkt. Das gilt insbesondere auch für die Luvseite der Anden im Großen Süden. Leider ist über den Verlauf der Frostgrenze in Chile im Einzelnen wenig bekannt. Außerhalb der Anden treten Fröste in den Gebieten mit relativ kontinentalem Temperaturgang auf, und zwar einmal in den hohen Lagen im Innern des Wüstengürtels und dann vor allem in der Längssenke. Diese hat im Hartlaubgebiet mäßige, im Gebiet des Sommerwaldes dagegen auch stärkere Fröste. Die Längssenke hat, teilweise bedingt durch die abends aus den Anden einfließende Kaltluft, verhältnismäßig große Wärmeunterschiede zwischen Tag und Nacht. Das Mittel der Tagesamplitude des wärmsten Monats beträgt im zentralchilenischen Teil der Längssenke 18 bis 20° . Santiago mit einem Jahresmittel der Tagesamplitude von 15° hat durchschnittlich 11 Frosttage im Jahr, jedoch mit Minima, die normalerweise nur wenig unter 0° liegen. Für Curico werden im Jahresmittel 20 Frosttage angegeben. Unmittelbar am Boden sind die Tagesamplituden wesentlich größer. Bei Mininco erreichen sie nach den Messungen von *Schwabe* maximal bis zu 40° . Nächtliche Bodenfröste, die zwar nur wenig tief gehen, sind daher häufiger, als man nach den Werten der Lufttemperaturen erwarten würde. Das Gebiet des Sommerwaldes hat in der Längssenke stärkere Fröste mit absoluten Minima bis unter -10° . Für Temuco werden 29 Frosttage angegeben. An der Küste kommen dagegen nur schwache Fröste vor, in Concepcion bis -3° . In Valdivia sinkt die Temperatur kaum unter 0° . Schnee ist im Hartlaubgebiet in Höhenlagen unter 800 m eine

große Seltenheit. Im Sommerwaldgebiet ist die Zahl der Schneetage etwas größer. Jedoch bleibt auch hier in den tieferen Lagen unter 200 m Schnee nur äußerst selten liegen. Im ozeanisch gemäßigten Klima des Regenwaldgebietes sind die tieferen Lagen vollkommen schneefrei.

3. Die Niederschlagsverhältnisse.

Um auf eine einfache Weise zu zeigen, ob und in welchen Fällen damit zu rechnen ist, daß Vegetationsgrenzen in ihrem Verlauf durch die Niederschlagsmenge maßgeblich bestimmt werden, geben wir hier zunächst eine Übersicht über die in den verschiedenen Vegetationsgebieten vorkommenden mittleren jährlichen Niederschlagsmengen (in mm).

Wüste	(0)	2— 50	(> 50?)
Zwergstrauchformation	(25)	50— 300	(500)
Strauchformation mit Frühlingshygrophyten	(50)	80— 250	(300)
Dornstrauch-Sukkulenten-Formation	(100)	150— 500	(700?)
Hartlaubgehölze	(300)	350—1500	(2000)
Temp. Sommerwald	(800)	1000—3000	(4000)
Valdivianischer Regenwald		2000—5000	(> 5000)
Nordpatagonischer Regenwald		2000—5000	(> 5000)
Subantarktischer Regenwald		1500—5000	(> 5000)
Subantarktischer Sommerwald	(250)	300—1500	
Ostpatagonische Steppe	(200)	250— 400	(500?)

Die nicht eingeklammerten Werte geben die untere und obere Grenze der Jahresmenge des Niederschlags an, die für den größten Teil oder fast das ganze Vegetationsgebiet zutreffen. Die Zahlen in den Klammern sind örtliche oder nur an den Gebietsgrenzen vorkommende Extreme und zum Teil zweifelhafte Werte. Die Angaben begründen sich auf dem Vergleich der Karte der Vegetationsgebiete mit der von *Almeyda* entworfenen Karte der jährlichen Niederschlagsmengen. Die Vegetationsgebiete der Hochgebirgsformation sind in der Tabelle ausgelassen, da für sie die Angaben über die Niederschlagsmengen zu spärlich und zum großen Teil zu unsicher sind.

Die Tabelle zeigt deutlich, daß nur bei wenigen Vegetationsgrenzen an eine unmittelbare Beziehung zu der Jahresmenge der Niederschläge gedacht werden könnte. Es sind dieses die folgenden:

1. Die Grenze der Wüste gegen die Zwergstrauchformation mit einer jährlichen Niederschlagsmenge im Grenzsäum von ± 50 mm,
2. die Grenze der Dornstrauch-Sukkulenten-Formation gegen das Hartlaubgebiet mit Niederschlagswerten von 300 bis 500 mm,
3. die Grenze des Subantarktischen Regenwaldes gegen den Subantarktischen Sommerwald mit ± 1500 mm,
4. die Grenze des subantarktischen Sommerwaldes gegen die ostpatagonische Steppe mit Niederschlagsmengen von 250—400 mm.

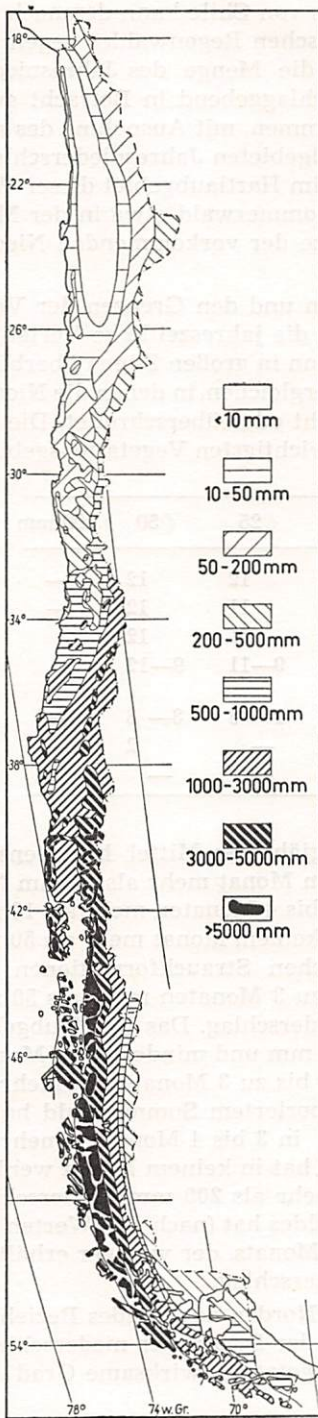


Abb. 4:
Die mittleren jährlichen Niederschlagsmengen
in Chile (nache Almeyda, vereinfacht).

Die Darstellung für Patagonien ist
schematisch, da genaue Unterlagen fehlen.

Innerhalb des gesamten bewaldeten Teiles von Chile kann demnach nur in dem einen Fall der Grenze des patagonischen Regenwaldes gegen den sommergrünen Laubwald von Magallanes die Menge des Jahresniederschlags als für die Vegetationsgrenze ausschlaggebend in Betracht gezogen werden. Wie die obige Tabelle zeigt, kommen, mit Ausnahme des subantarktischen Sommerwaldes, in allen Waldgebieten Jahresniederschlagsmengen von ± 2000 mm vor, wenn auch beim Hartlaubgebiet dieser Wert an der oberen Grenze, beim temperierten Sommerwald etwa in der Mitte und beim Regenwald an der unteren Grenze der vorkommenden Niederschlagsmengen liegt.

Beziehungen zwischen den Niederschlägen und den Grenzen der Vegetationsgebiete werden deutlicher, wenn wir die jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge berücksichtigen. Diese kann in großen Zügen überblickt werden, indem wir die Anzahl der Monate vergleichen, in denen die Niederschlagsmenge bestimmte Werte nicht erreicht oder überschreitet. Die folgende Tabelle gibt dazu Unterlagen für die wichtigsten Vegetationsgebiete:

	< 10	< 25	< 50	> 200 mm
Wüste	11—12	12	12	—
Zwergstrauchformation	8—10	11	12	—
La Serena	8	11	12	
Dornstrauch-Sukkulenten- Formation	6— 8	9—11	9—12	
Hartlaubgehölze	0— 6	1— 8	3— 8	0—3
Sommerwald	—	—	2	3—4
Valdivianischer Regenwald	—	—	—	4

Demnach hat das Wüstengebiet im langjährigen Mittel höchstens in einem Monat mehr als 10 mm und in keinem Monat mehr als 25 mm Niederschlag. Das Zwergstrauchgebiet hat in 2 bis 4 Monaten mehr als 10 mm in nur einem Monat mehr als 25 mm und in keinem Monat mehr als 50 mm Niederschlag. Das Gebiet der xerophytischen Strauchformationen hat in 4 bis 6 Monaten mehr als 10 mm, in bis zu 3 Monaten mehr als 50 mm und in keinem Monat mehr als 100 mm Niederschlag. Das Hartlaubgebiet hat noch bis zu 6 Monate mit weniger als 10 mm und mindestens 4 Monate mit weniger als 25 mm, jedoch andererseits bis zu 3 Monate mit mehr als 200 mm Niederschlag. Das Gebiet mit temperiertem Sommerwald hat in keinem Monat weniger als 25 mm, jedoch in 3 bis 4 Monaten mehr als 200 mm Niederschlag. Das Regenwaldgebiet hat in keinem Monat weniger als 50 mm und in mindestens 4 Monaten mehr als 200 mm Niederschlag. Das Gebiet des subantarktischen Sommerwaldes hat (nach den Werten der Station Punta Arenas) mit Ausnahme eines Monats, der weniger erhält, in allen Monaten zwischen 25 und 50 mm Niederschlag.

Schon diese kurze Übersicht läßt für den Norden des Landes Beziehungen zwischen den Vegetationsgrenzen und der Dauer der niederschlagsarmen Jahreszeit erkennen. Der für die Vegetation wirksame Grad der

Trockenheit hängt jedoch auch von der Temperatur ab. Der Feuchtigkeitsmangel wird daher klarer in einem Trockenheitsindex der einzelnen Monate ausgedrückt, in dem die Niederschlagsmenge zu der Temperatur in Beziehung gesetzt wird. Als ein einfaches Maß des jahreszeitlichen Feuchtigkeitsmangels hat *Lauer* die Zahl der „ariden Monate“ vorgeschlagen und für Südamerika in einer Karte der „Isohygromenen“, der Linien der gleichen Zahl feuchter Monate, dargestellt. Als Kriterium, ob ein Monat als feuchter oder arider Monat zu zählen ist, dient dabei die Formel des Ariditätsindex von *Demartonne* $\frac{12n}{t+20}$. Dabei ist n das Monatsmittel des Niederschlags und t die Mitteltemperatur dieses Monats. Monate, für die dieser Index kleiner als 20 bleibt, werden als aride, die übrigen als humide Monate gezählt.

Wenden wir diese Betrachtungsweise auf die chilenischen Vegetationsgebiete an, so können wir für den Norden des Landes bei fast allen Vegetationsgebieten eine klare Beziehung zu der Zahl der ariden Monate feststellen. Das Wüstengebiet hat 12, das Zwergstrauchgebiet 11 bis 12, das Gebiet der xerophytischen Strauchsteppen 9 bis 11, das Hartlaubgebiet 3 bis 9, das Gebiet des temperierten Sommerwaldes 0 bis 3 und das Regenwaldgebiet keine ariden Monate.

Es wird damit die für die meisten Vegetationsgrenzen des Nordens schon festgestellte Beziehung zu Feuchtigkeitsunterschieden auf eine sehr einfache Formel gebracht, wenn auch die Einsicht in die kausalen Zusammenhänge damit nicht grundsätzlich vertieft wird. Daß der Aussagewert der „Zahl der ariden Monate“ für unsere vegetationsökologische Fragestellung durchaus begrenzt ist, läßt sich besonders deutlich an dem Gebiet von La Serena zeigen. Dieses hat nach der Berechnungsart von *Lauer* 10 bis 11 aride Monate. Es besitzt jedoch in den Kammlagen des Höhenzuges von Fray Jorge immerfeuchte Wälder. Der wirkliche Feuchtigkeitsgrad des für den Pflanzenwuchs wirksamen Klimas, das hier tatsächlich 11 bis 12 humide Monate hat, kann jedoch in der Ariditätsformel, in die nur Werte der Niederschläge und der Temperatur eingehen, nicht zum Ausdruck kommen. Denn die Nebel und ihre Wirkungen, die hier ausschlaggebend sind, werden in dem Niederschlagswert der Ariditätsformel nicht erfaßt.

4. Die Nebel an den nordchilenischen Küsten.

In scharf begrenzten Teilen eines schmalen Küstenstreifens des nördlichen Chile mildern mehr oder weniger regelmäßig auftretende Nebel die durch die Niederschlagsarmut bedingte Trockenheit und ermöglichen eine im Verhältnis zu dem Landesinnern reichere Vegetation. Im mittleren Teil der Wüste finden wir über einem vegetationsfreien unteren Küstenstreifen, von einer gewissen Höhe an aufwärts, an den Hängen streckenweise die Lomaformation und darüber an einzelnen Stellen die früher schon erwähnten Bestände aus hohen Sukkulente (Bild 2). Am südwestlichen Rande der Wüste und im Bereich des Vegetationsgebietes der Zwergstrauchformation steigert sich der Reichtum des Pflanzenwuchses beson-

ders im Frühjahr und zieht sich nach Süden zu immer mehr auch bis an den Strand des Meeres hinunter. Für das Gebiet von La Serena wurde die besondere Üppigkeit der Vegetation ausführlich geschildert. In unmittelbarer Küstennähe nimmt sie nach der Höhe zu und erreicht ihr Optimum in den Nebelwäldern auf den Kämmen von Fray Jorge und Talinay. Auch weiter südlich üben noch Nebel eine belebende Wirkung auf die Vegetation aus und bedingen in dem Gebiet nördlich von Valparaiso die ebenfalls schon früher beschriebenen Nebelwälder des Hartlaubgebietes (Bild 18).

Im räumlichen Gesamtbild bewirken also die Küstennebel in großen Zügen jeweils ein Vorspringen der südlicheren Formationen nach dem Norden, sei es in geschlossenem Zusammenhang wie bei den Nordgrenzen des Hartlaubgürtels und der Zwergstrauchformation oder in inselhaften Vorposten wie bei dem Wald von Fray Jorge und bei der Sukkulentenformation nördlich von Antofagasta.

Mit den Meeresnebeln über der Humboldtströmung haben die Nebel an der nordchilenischen Küste meistens keine unmittelbare Verbindung. Die fast stets vorhandene zusammenhängende Nebelbank über der See beginnt in der Regel erst in einem größeren Abstand von der Küste. Bis zum Abend hat sie sich meist so hoch vom Meeresspiegel abgehoben, daß darunter die Sonnenscheibe kurz vor ihrem Untergang vom Lande aus noch einmal sichtbar wird.

Die für die Vegetation wirksamen, den Küstenhöhen aufliegenden Nebel bilden sich dagegen vorwiegend an Temperaturinversionen im Zusammenhang mit dem, durch unterschiedliche Erwärmung bedingten, täglichen oder jahreszeitlichen Überschichten von Land- und Seeluft. Die Lage dieser Nebel, ihre Häufigkeit, die Dauer ihres Auftretens und die Zeiten ihrer Bildung sind an den einzelnen Küstenabschnitten unterschiedlich, jedoch für jeden Teil der Küste meist in ganz bestimmter Form charakteristisch. Maßgeblich für den Ort und die Zeit der Nebelbildungen ist, neben den großklimatischen Vorgängen, ein sehr stabiler Faktor, nämlich die Oberflächengestalt der Küste und ihres Hinterlandes. Denn für die Bildung der meisten dieser Nebel dürfte die Abkühlung der unteren Luftschichten über dem Lande ausschlaggebend sein und damit die Formen der Bodenoberfläche, welche die Ausbreitung der kalten Luftmassen, deren Bewegung und damit schließlich das Ausmaß der Überschichtung der Luftmassen im Küstenbereich und die Lage der Temperaturinversion bestimmen. Auch für die anderen Formen der Nebelbildung wie die örtlichen Gipfel- oder Kammnebel sind die Oberflächenformen in gleichem Maße wesentlich.

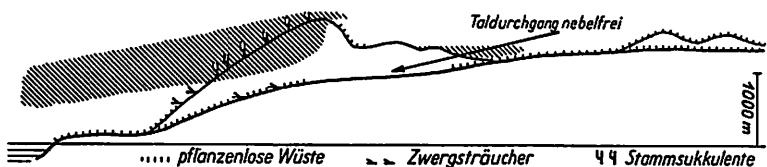


Abb. 5: Vegetationsprofil an der Küste nördlich von Tocopilla bei 22° s. Br. mit der Verbreitung des Nebels am 1. 9. 1952 10 Uhr.

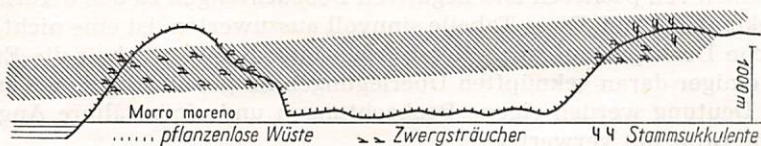


Abb. 6: Vegetationsprofil der Halbinsel Mejillones ($23^{\circ}30'$) mit der Verbreitung des Nebels am 4. 9. 1952 17 Uhr.

Für den Großen Norden werden in den beigegeführten Profilskizzen einige Beobachtungen des Verfassers aus dem Frühjahr 1952 über die Lage der Nebel an der Küste in 22° und $23\frac{1}{2}^{\circ}$ s. Br. wiedergegeben. Im übrigen soll auf die Nebel des Großen Nordens an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden.

Etwas ausführlicher sollen dagegen hier die Nebel des Vegetationsgebietes von La Serena und speziell der Höhen von Fray Jorge und Talinay betrachtet werden. Obwohl seit 70 Jahren viele Forscher sich mit dem Wald von Fray Jorge beschäftigt haben, wissen wir über die Nebel, die ihn bedingen, noch wenig Genaues. Die bisher in der Literatur ausgesprochenen Hypothesen über die Entstehung dieser Nebel können hier nicht im Einzelnen erörtert werden. Als sicher wird man annehmen dürfen, daß es dort mehrere verschiedene Formen der Nebelbildung gibt, einmal eine rein lokale, auf den Kamm des Höhenzuges beschränkte Kondensation, zum anderen weiträumig nach Norden und Süden ausgedehnte Hochnebeldecken. Für diese letzteren bildet der Kamm von Fray Jorge, da sie bevorzugt bis zu seiner Höhe reichen, oft die landwärtige Grenze. Nördlich davon reichen sie weiter landeinwärts und treten in dem niedrigeren Gelände der Umgebung von La Serena als eine Wolkendecke in Erscheinung. Über das Häufigkeitsverhältnis der beiden Nebelarten und ihre jahreszeitliche Verteilung ist leider nur wenig Sicheres bekannt. Auch der noch zu besprechenden Nebeltabelle für 1947 ist darüber nicht viel zu entnehmen.

Die Kammnebel sind mehr oder weniger auf die waldbedeckten Teile der Höhen beschränkt. *Werdermann* hat daher die Vermutung ausgesprochen, daß der Wald selbst mit dem kühlen Lokalklima seiner Bestände die Kondensation auslöst. *Schwabe* hat darauf hingewiesen, daß unmittelbar südlich des Höhenzuges von Fray Jorge der Rio Limari mündet und warmes Süßwasser auf die See schichtet. Er knüpft daran die Hypothese, die bei den vorherrschenden Südwestwinden auf die Höhe von Fray Jorge hinaufwehende Luft habe vorher über dem warmen Mündungswasser des Rio Limari ihre absolute Feuchtigkeit erhöhen können, so daß hier die Steigung bis zu der Höhe des Kammes für eine Kondensation ausreichen würde.

Munoz und *Pisano* haben in ihrer Arbeit über die Vegetation von Fray Jorge und Talinay eine statistische Tabelle über Nebelbeobachtungen am Kamm von Fray Jorge ohne Kommentar veröffentlicht. In 10 Monaten, von März bis Dezember 1947, wurde täglich um 8, um 12 und um 16 Uhr notiert, ob am Kamm Nebel zu sehen war oder nicht. Die Tabelle gibt für jeden Monat die Anzahl der Tage, an denen die verschiedenen möglichen Kom-

binationen von positiven und negativen Beobachtungen zu den 3 Terminen vorgekommen sind. Diese Tabelle sinnvoll auszuwerten, ist eine nicht ganz einfache Denksportaufgabe. Hier werden mit allem Vorbehalt die Ergebnisse einiger daran geknüpften Überlegungen mitgeteilt. Bei dem Versuch einer Deutung werden eigene Beobachtungen und einige ältere Angaben der Literatur mit verwertet.

In der hier folgenden Übersicht sind vier Zahlenreihen zusammengestellt, von denen die beiden ersten unmittelbar der Originaltabelle entnommen werden konnten, nämlich:

1. Die Zahl der Tage, an denen der Kamm zu allen drei Beobachtungsterminen nebelfrei war.
2. Die Zahl der Tage, an denen zu allen drei Beobachtungsterminen Nebel beobachtet wurde.
3. Die Zahl der Tage, an denen Nebel nur zu einem oder zweier Beobachtungstermine festgestellt wurde. Das sind also die Tage, an denen sich der Nebel entweder neu bildete oder auflöste oder an denen beides vorkam.
4. Die Zahl der Tage, an denen sich Nebel am Nachmittag (nach dem 12-Uhr-Termin) oder in der Nacht (vor dem 8-Uhr-Termin) neu bildete.

Anzahl der Tage (siehe oben)

	zu 1.	zu 2.	zu 3.	zu 4.
März	6	6	19	15
April	3	8	19	17
Mai	7	5	19	19
Juni	3	8	19	19
Juli	5	14	12	11
August	7	5	19	19
September	4	4	22	22
Oktober	6	5	20	18
November	11	9	10	10
Dezember	2	1	28	28

Die Summe der beiden Zahlen aus der zweiten und dritten Reihe ergibt die Gesamtzahl der Tage, an denen zu irgendeinem Termin Nebel zu beobachten war. Danach kommen Nebel offenbar zu allen Jahreszeiten sehr häufig vor. Wenn auch für die Monate Januar und Februar die Angaben fehlen, so ist doch kaum anzunehmen, daß diese auch nur annähernd nebelfrei wären. Dagegen spricht schon, daß gerade der Sommermonat Dezember die wenigsten nebelfreien Tage hat. Von dem Monat November, der die meisten nebelfreien Tage aufweist, abgesehen, haben alle Monate des Beobachtungszeitraums an mindestens 24 Tagen Nebel zu irgendeinem der drei Termine. Die Zahlen der Tage mit Nebel zu allen Beobachtungsterminen zeigen größere Unterschiede. Mit 14 Tagen mit „Dauernebel“ steht der

Wintermonat Juli weit voraus. Der November hat 9, August und April haben je 8 Tage, an denen Nebel zu allen drei Terminen registriert wurden. Unter den übrigen Monaten fällt der Dezember mit nur einem Tag „Dauernebel“ besonders heraus. Möglicherweise würde für Januar und Februar ähnliches gelten.

Von besonderem Interesse sind die Tageszeiten, zu denen die Nebel sich bilden oder auflösen. Am Vormittag zwischen 8 und 12 Uhr entstehen Nebel nur äußerst selten, in den meisten Monaten überhaupt nicht. Dagegen ist die Zahl der Tage, an denen sich Nebel am Vormittag auflösen, in allen Monaten — mit Ausnahme von November und Juli, die viel „Dauernebel“ haben — sehr groß. Die Nebel bilden sich vorwiegend abends oder nachts, d. h. nach dem 16-Uhr-Termin.

Genauere Aussagen über die Unterschiede der Nebelverhältnisse in den verschiedenen Jahreszeiten können nur mit Vorsicht gemacht werden. Es darf angenommen werden, daß die Nebel des Winters und der Übergangsjahreszeiten mehr regionale Nebel in dem oben gekennzeichneten Sinne, die Nebel des Sommers wohl vorwiegend lokale Gipfel- oder Kammnebel sind. Anhaltspunkte für diese Annahme ergeben sich aus den Klimadaten von La Serena und Ovalle. Die meist vorherrschenden Südwest- und Westwinde bringen die Luft vom Meer in das Hinterland der Bucht von La Serena hinein. Wenn sich jedoch das Land stärker abkühlt, so können infolge der Oberflächengestaltung der weiteren Umgebung große Massen kalter Luft zur Küste vordringen. In den Übergangsjahreszeiten geschieht das hauptsächlich in der Nacht, im Winter auch am Tage. Im Winter haben daher in La Serena Nord- und Ostwinde einen relativ hohen Anteil an den beobachteten Windrichtungen, wobei anzunehmen ist, daß darüber der Höhenwind vom Meer zum Land weht. Die Hochnebel an der Inversion bedingen in der Klimastatistik von La Serena die große Zahl der bewölkten Tage. Der bedeckte Himmel und auch Nebelniederschläge mäßigen hier ganz allgemein die Temperaturen und die Trockenheit. Im Süden steht parallel zur Küste der über 20 km lange rund 500 m hohe Höhenzug von Fray Jorge als eine scharfe Scheide zwischen den Luftmassen des Inneren und der Meeresküste. Die Nebelstatistik zeigt für die Zeit mit zunehmender Winterkälte bis zum Juli eine wachsende Zahl von Tagen, an denen sich der Nebel am Kamm tagsüber nicht auflöst. In das Frühjahr hinein bleibt die Zahl der Nebeltage ähnlich wie im Winter. Über den ganzen Tag hält sich der Nebel jedoch nur an wenigen Tagen. Meistens löst er sich tagsüber auf, um sich nachmittags oder abends wieder neu zu bilden. Eigentümlich sind die Beobachtungen im November. Es ist schwer zu entscheiden, ob das auf dem in diesem Monat stattfindenden Umschlag zum Sommer oder auf einer Besonderheit des Beobachtungsjahres beruht. Mit mehr als einem Drittel der Tage hatte der November 1947 die meisten nebefreien Tage. Andererseits hatte ebenfalls ein Drittel der Tage Dauernebel. An den übrigen Tagen bildete sich der Nebel am Abend und löste sich im Laufe des Tages auf. Der Verfasser sah den Kamm von Fray Jorge am 16. November 1952 am frühen Vormittag bei Südwestwind unter eng begrenztem Gipfelnebel (Bild 13) und an den Nachmittagen des 22. und des 23. November 1952 bei Inversionslage unter einer weiträumigen Hochnebeldecke,

deren Ostgrenze in diesem Abschnitt der Kamm von Fray Jorge bildete, während sie nördlich und südlich davon weiter in das Land hineinging.

Für den Hochsommer reichen die Unterlagen nicht aus, um ein befriedigend klares Bild zu geben. *Werdermann* beschreibt für den Dezember 1925, daß sich Gipfelnebel im Bereich der Kammwälder am Vormittag bildeten. Nach der Tabelle von 1947 löste sich im Dezember an 22 Tagen der in der Frühe vorhandene Nebel bis zum Mittag auf. Nur zwei Tage waren vollständig nebelfrei. Ein Tag hatte Nebel zu allen Beobachtungsterminen. An 25 von den übrigen 28 Tagen wurde Nebel um 8 Uhr, nur an drei Tagen Nebel um 12 Uhr festgestellt. An 15 Tagen bildete sich Nebel vor 16 Uhr, an 13 Tagen nach diesem Termin. Ob es sich, wie nach der Darstellung von *Werdermann* für 1925 angenommen werden könnte, im Sommer nur um lokale Gipfelnebel handelt oder auch um weiträumige Inversionsnebel, ist nach den Unterlagen nicht zu ermitteln. Es erscheint nicht unmöglich, daß auch die letzteren beteiligt sind. Denn, wie die Temperaturwerte von Ovalle zeigen, erreicht deren Tagesamplitude im Hinterlande der Höhe von Fray Jorge im November und Dezember ihre maximalen Werte, so daß wohl auch im Dezember gelegentlich die Luft nachts über dem Lande noch kälter sein kann als an der Küste.

Im Ganzen kommt für die großräumige Anordnung der Vegetation nach den Beobachtungen des Verfassers den weiträumigen Inversionsnebeln die größere Bedeutung zu. Für den optimal feuchten Charakter der Kämmen von Talinay und Fray Jorge dürften dagegen die in den Zwischenzeiten

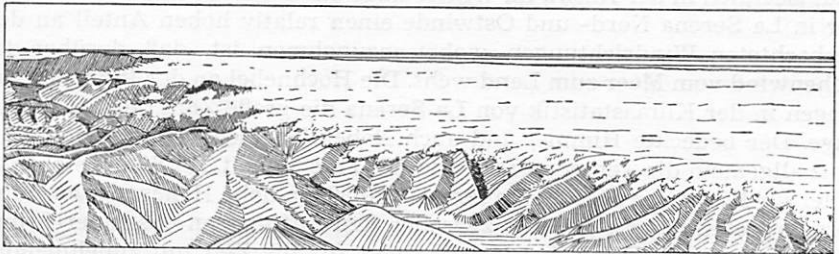


Abb. 7: Die Lage der Nebeldecke an der Küste südlich von Fray Jorge am 23. 11. 1952 15.30 Uhr aus 1500 m Höhe von der Landseite aus gesehen. Blick nach SSW. Die Oberfläche des Nebels liegt im Vordergrund rechts über dem Kamm in 500 bis 550 m Höhe, im Hintergrunde links am Hang des vorspringenden Höhenzuges in 400 bis 450 m Höhe (Zeichnung nach Flugaufnahmen).

und vor allem auch im Sommer auftretenden Gipfelnebel, die vielleicht, wie *Werdermann* vermutet hat, durch die Wälder selbst mit ausgelöst werden, ausschlaggebend sein. Die Beziehung der Inversionsnebel zu der räumlichen Ordnung der Vegetation konnte vom Verfasser auf zwei Flügen, die zum Studium der Nebellagen am 22. und 23. November 1952 unternommen wurden, unmittelbar beobachtet werden. Der Kamm von Fray Jorge bestimmt die Ostgrenze und zugleich die obere Höhengrenze der Hochnebelsschicht. Diese war nicht sehr dick, denn auf der Meereseite konnte man unter der Nebeldecke fliegen mit klarer Sicht auf die unter der Waldgrenze mit Strauchformationen bestockten Hänge. Die Oberfläche

der Nebeldecke fiel, wie der Flug am Nachmittag des 23. an ihrer landwärtigen Grenze entlang klar erkennen ließ, zum Meere hin ab. Außerdem war sie ganz flach nach dem Süden zu geneigt, wo in zunehmendem Maße niedrigere Teile des Küstengeländes über der Nebeldecke sichtbar blieben. (Vgl. Abb. 7). Während die Oberfläche des Nebels auf dem Kamm von Fray Jorge in 550 m Höhe lag, berührte sie etwa 100 km weiter südlich die Hänge in 300 bis 400 m Höhe. Es muß dies eine häufig wiederkehrende, stabile Nebellage sein. Denn sie entspricht genau der räumlichen Anordnung der optimal feuchten Vegetationseinheiten. (Vgl. Abb. 8). Es konnte somit durch direkte Beobachtung festgestellt werden, daß die Wälder von Fray

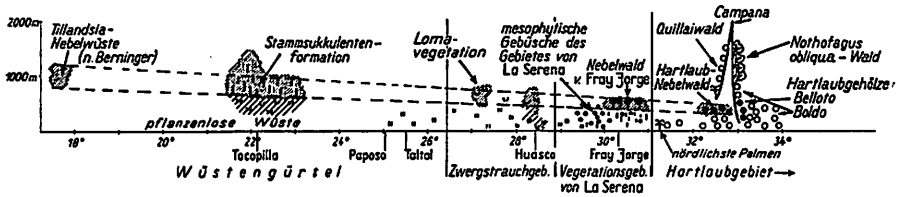


Abb. 8: Meridionales Höhenprofil der Vegetation an der nordchilenischen Küste mit Angabe der Lage des nördlichsten sommergrünen Laubwaldes an der Campana. Die beiden gestrichelten Linien deuten die mittlere Höhenlage der optimalen Küstennebel-Vegetation an.

Jorge und die viel weiter südlich gelegene Nebelvegetation des nördlichen Hartlaubgebietes in ihrer räumlichen Anordnung durch dieselbe klimatische Ursache bestimmt sind. Das Fehlen einer entsprechenden Vegetation in dem Zwischengebiet ist verständlich, weil hier das Gelände bis weit in das Innere hinein niedriger bleibt und das Niveau der Hochnebel nicht erreicht.

Die Vegetationsverhältnisse legen den Schluß nahe, daß die geschilderte klimatische Situation schon seit langer Zeit räumlich konstant ist. Denn floristisch ist der Nebelwald von Fray Jorge keine Fortsetzung der Hartlaubvegetation, sondern das Relikt einer Waldgesellschaft, die mit dem valdivianischen Regenwald verwandt ist. Eine Senkung der Untergrenze der Hochnebeldecke um 200 m würde das zwischen dem Wald von Fray Jorge und den Hartlaubnebelwäldern liegende Küstengelände für einen floristischen Austausch zwischen beiden Waldgebieten gangbar machen. Tatsächlich ist aber die Flora der Hartlaubnebelwälder nicht bis zu dem Wald von Fray Jorge gelangt. Auf der anderen Seite findet sich dagegen in der Tigreschlucht ein Teil der Waldflora von Fray Jorge im Hartlaubwald, ein schwierig zu deutendes Phänomen, auf das im letzten Teil noch eingegangen werden soll.

5. Die Jahreszeiten und der vegetationsökologische Gesamtcharakter der Klimate.

Vergleichen wir rückblickend, wie weit sich bisher einzelne Klimafaktoren als für bestimmte Vegetationsgrenzen mehr oder weniger ausschlaggebend gezeigt haben, so können wir darin eine gewisse räumliche Ordnung erkennen. Für die nord-südliche Folge der Hauptvegetationsgebiete

von der Wüste bis zum subantarktischen Regenwald, kann ganz allgemein gesagt werden, daß im subtropischen Norden vorwiegend die Abstufungen der Feuchtigkeit, im gemäßigten Süden dagegen mehr die Temperaturverhältnisse für die Grenzen maßgebend sind. Die in großen Zügen westöstlich angeordnete Folge der Vegetationsgebiete in Magallanes wird dagegen wieder vorwiegend durch Feuchtigkeitsunterschiede bestimmt. Schwieriger und nicht ohne weiteres auf ähnlich einfache Formeln zu bringen, sind die Verhältnisse im Süden des mittleren Chile an den Grenzen des Vegetationsgebietes mit sommergrünen Laubwäldern und bei dem Gebiet von La Serena. Das Besondere dieser beiden Gebiete kann vielleicht am ehesten so gekennzeichnet werden: Das Gebiet von La Serena fällt aus der nördlichen Reihe der Vegetationsgebiete auf Grund seines relativ ozeanischen Charakters heraus. Das Vegetationsgebiet mit sommergrünen Laubwäldern ist zwar das nördlichste Glied in der südlichen Reihe der Vegetationsgebiete, bildet aber darin als relativ kontinentales Gebiet einen Sonderfall.

Wie mehrfach betont wurde, führt der Versuch, die Vegetationsgrenzen auf einzelne Klimafaktoren zu beziehen, nur in seltenen Fällen dazu, den ökologischen Charakter und den Verlauf der Grenzen befriedigend zu deuten. Besser wird der Eindruck von den Zusammenhängen der Vegetationsgebiete mit dem Klima erfaßt, wenn wir die Gesamtheit der Klimafaktoren, welche die Vegetation fördern oder hemmen im Rahmen der klimaökologischen Jahreszeiten betrachten. Es gibt Gebiete mit einem sehr starken und andere mit einem schwachen Jahresrhythmus des Klimas. Im chilenischen Raum dürfte das Hartlaubgebiet mit dem markanten Wechsel einer feuchten und einer extrem trockenen Jahreshälfte wohl den stärksten ökologischen Klimarhythmus haben.

Auch das Gebiet mit sommergrünen Laubwäldern hat infolge seiner relativ großen Winterkälte eine kräftige jährliche Periodizität. Ähnliches gilt für den Jahresgang im Gebiet der subantarktischen Sommerwälder und im Gebiet der ostpatagonischen Steppe. Viel schwächer sind dagegen die jahreszeitlichen Unterschiede in den Gebieten der Regenwälder und auch in dem Gebiet von La Serena, also in den Gebieten mit dem am stärksten ozeanischen Klima. Am geringsten ist, jedenfalls hinsichtlich der Wirkung auf die Vegetation, der jahreszeitliche Wechsel des Klimas in der Wüste infolge der Dominanz der den Pflanzenwuchs verhindernden Trockenheit während des ganzen Jahres.

In „Diagrammen der jahreszeitlichen Gunst oder Ungunst des Klimas“ wird versucht, für jedes der auf der Karte ausgeschiedenen Vegetationsgebiete auszudrücken, wie die für die Vegetation günstigen oder ungünstigen Zeiten im Jahreslauf einander folgen. Um die Bilder einfach, übersichtlich und leicht vergleichbar zu machen, wird das Jahr einheitlich nach den üblichen Dreimonatsgruppen in vier Teile geteilt, die als „Winter“, „Frühling“, „Sommer“ und „Herbst“ bezeichnet werden. Selbstverständlich kann dieses grobe Schema nicht in allen Fällen der Wirklichkeit voll gerecht werden. Die Schaubilder haben auch noch einen Mangel. Sie sind nicht nach exakten Meßwerten, die gar nicht zur Verfügung stünden, sondern nur nach der allgemeinen Kenntnis des Verfassers, sozusagen „aus der

Legende zu den Diagrammen

ungünstige Jahreszeiten	mäßig günstige Jahreszeiten	sehr günstige Jahreszeiten

Win- Früh-Sommer Herbst
 Trockenheit
 Wärmemangel
 Frost als stark- mäßig- schwach- nicht-

hemmender Faktor.
 Für die Vegetationsfähigkeit relativ günstigste (optimale) Jahreszeit

4. Gebiet von La Serena Strauchformation mit Frühlingshygrophyten und
 4a. Höhennebelwald von Frei Jorge

6. Hartholzgebiet

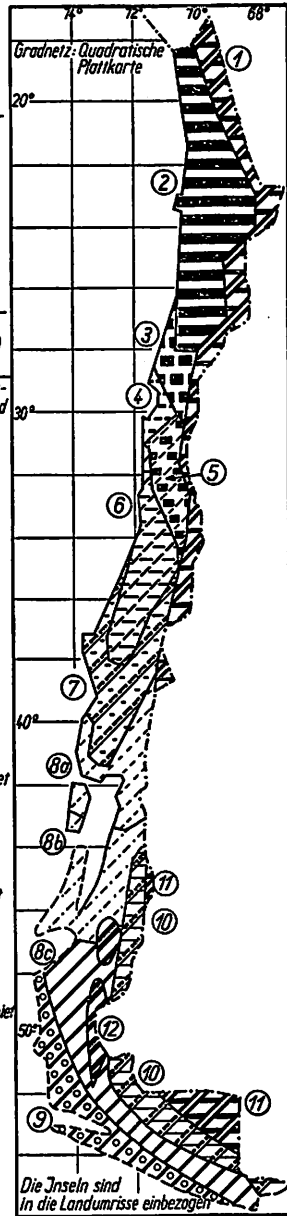
7. Gebiet mit temperiertem Sommerwald

8a. Valdivianisches Regenwaldgebiet

8b. Nordpatagon. Regenwaldgebiet

8c. Subantarktisches Regenwaldgebiet

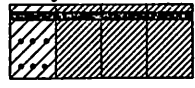
9. Gebiet mit Tundravegetation



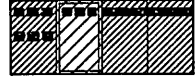
1. Hochandine Formationen des Nordens



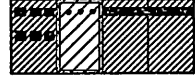
2. Wüstengürtel



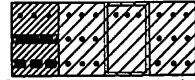
3. Gebiet der Zwergstrauchformation



5. Gebiet der xerophytischen Strauchformation



10. Gebiet des subantarktischen Sommerwaldes



11. Gebiet der ostpatagonischen Steppe



12. Hochandine Gebiete des Südens



Abb. 9: Kartogramm der in den chilenischen Vegetationsgebieten wirksamen ungünstigen Klimafaktoren mit Diagrammen der jahreszeitlichen Gunst oder Ungunst des Klimas. In der Flächenzeichnung des Kartogramms bedeuten: wagerechte Signaturen = Feuchtigkeitsmangel, schräge Signaturen = Wärmemangel, schräge Doppellinien = Frost, Kreise = Wind.

Mit der verschiedenen Stärke der Signaturen ist die mehr oder weniger große Bedeutung der einzelnen Faktoren ausgedrückt.

Hand“, entworfen. Sie geben also eigentlich nur eine subjektive Vorstellung wieder. Trotzdem dürften diese Diagramme einen Wert haben. Sie vermitteln anschaulich einen Überblick und ersparen damit viele Worte.

Im Einzelnen ist Folgendes dargestellt worden: Die Flächenzeichen der Rechtecke geben an, ob die „Jahreszeiten“ für das Pflanzenleben ungünstig, mäßig günstig oder sehr günstig sind, ohne Rücksicht darauf, welche „Faktoren“ dafür den Ausschlag geben. Mit einem Rahmen ist die relativ günstigste Jahreszeit hervorgehoben. Querbalken geben die drei wichtigsten „Ungunsth Faktoren“ Trockenheit (oben), Wärmemangel (Mitte) und Frost (unten) an, und zwar in vier Stufen, je nachdem, ob sie in der betreffenden Jahreszeit stark, mäßig, schwach oder nicht hemmend wirksam sind.

Von dem Gebiet der hochandinen Formationen und dem Gebiet von La Serena abgesehen, lassen sich, wie schon früher erwähnt, die Vegetationsgebiete des subtropischen Teiles in eine nord-südliche Reihe mit einer mehr oder weniger kontinuierlichen Abstufung nach der Feuchtigkeit von vollarid bis semihumid einordnen. Es sind dieses die Vegetationsgebiete der Wüste, der Zwergstrauchformation, der Dornstrauch-Sukkulantenformation und der Hartlaubgehölze. Während die Temperaturunterschiede bei dieser Reihe nur in geringem Maße eine unterscheidende Bedeutung haben, sind der Grad und die Dauer der sommerlichen Trockenheit bzw. die Menge und die Verteilung der nach Süden allmählich zunehmenden Winterregen ausschlaggebend. Im Wüstengebiet sind alle Jahreszeiten zu trocken. In den übrigen genannten Gebieten ist die Hauptvegetationszeit im Frühjahr. Der Sommer und der Herbst sind trocken. Im Winter ist die Vegetationstätigkeit durch kühlere Temperaturen mäßig eingeschränkt. Im Gebiet von La Serena ist die Trockenheit durch Nebel gemildert und stellenweise sogar aufgehoben. Die Temperaturen schwanken wenig und ermöglichen eine Vegetationstätigkeit während des ganzen Jahres. Jedoch liegt auch hier das Optimum im Frühjahr, und in größeren Teilen des Gebietes hemmt die Trockenheit im Sommer und im Herbst die Vegetation. Die Flora ist durch das Vorkommen von ausgesprochen frostempfindlichen immergrünen Arten gekennzeichnet (z. B. *REICHA* und *MYRCEUGENIA CORREIFOLIA*).

Außerhalb der Subtropen, also von der südlichen Hartlaubgrenze an nach Süden, ist allgemein der Sommer die Hauptvegetationszeit. In den anderen Jahreszeiten kann Wärmemangel die Vegetationstätigkeit begrenzen. In dem Gebiet mit temperiertem Sommerwald ist im Gegensatz zum Hartlaubgebiet die Vegetation kaum noch durch Trockenheit gehemmt. Jedoch schränken im Winter die verhältnismäßig großen Temperaturamplituden die Vegetationstätigkeit durch Wärmemangel und vor allem auch durch Frost stärker ein als in den Gebieten, die nördlich und südlich davon angrenzen. Auch die winterliche Schneedecke kann hier eine Rolle spielen. *Berninger* hat für die Kordillere von Chillan angegeben, daß dort die obere Grenze des subandinen immergrünen Waldes mit der Grenze der schneefreien Höhenstufe zusammenfällt. Das gleiche kann für den nördlichen Teil des Hartlaubgürtels festgestellt werden, wo in der Küstenkordillere die isolierten Vorposten des laubabwerfenden *NOTHOFAGUS OBLIQUA*-Waldes bis zu der Linie herabreichen, bis zu der im Winter mehr oder we-

niger regelmäßig der Schnee eine Zeit lang liegen bleibt. Das Gebiet des valdivianischen Regenwaldes hat keinerlei Feuchtigkeitsmangel. Seine noch recht hohe Sommerwärme ermöglicht eine intensive Vegetationstätigkeit, die in den anderen Jahreszeiten zwar durch kühlere Temperaturen begrenzt, jedoch durch die Winterkälte nicht unterbrochen wird. Denn in den unteren Lagen wird die Vegetation hier im allgemeinen nicht durch Fröste gestört. Im Vergleich zu allen anderen Teilen Chiles hat dieses Gebiet das für den Pflanzenwuchs günstigste Klima mit sommerlichen Verhältnissen, die denen der subtropischen Regenwälder entsprechen und mit nur in geringem Maße hemmenden Bedingungen während der übrigen Jahreszeiten. Nach Süden zu in den beiden anderen Teilen des Regenwaldgebietes ist der jahreszeitliche Rhythmus im Prinzip der gleiche; nur wird die Sommerwärme allmählich geringer. Der Sommer bleibt die Hauptvegetationszeit, und die anderen Jahreszeiten bedingen auch hier keine völlige Unterbrechung der Vegetationstätigkeit. Im Gebiet des nordpatagonischen Regenwaldes ist der Sommer noch mäßig warm. Im subantarktischen Regenwald ist er kühl. Aber auch die anderen Jahreszeiten sind in diesem hochozeanischen Klima nicht wesentlich kälter, und die tageszeitlichen Unterschiede sind hier ganz besonders niedrig. Das Gebiet des sommergrünen subantarktischen Waldes hat dagegen wieder eine stärkere jahreszeitliche Periodizität. Sie ist in erster Linie bedingt durch kontinentalere Temperaturverhältnisse bei zugleich abnehmender Niederschlagsmenge. Die Vegetationstätigkeit ist dort in allen Jahreszeiten durch das Maß der Feuchtigkeit begrenzt und im Winter durch die Kälte unterbrochen. Das Gleiche gilt für das Gebiet der ostpatagonischen Steppe, wo jedoch die geringeren Niederschläge für den Baumwuchs nicht mehr ausreichen.

IV. Floristische Gliederung und Entwicklungsgeschichte der Vegetationsgebiete.

1. Die Florenbestandteile.

Der Norden Chiles gehört zum neotropischen, der Süden zum antarktischen Florenreich. *Reiche* hat auf seiner Karte der floristisch-geographischen Gliederung des Landes die Nordgrenze des antarktischen Florenreiches bei 40° s. Br. angenommen. Wie eine nähere Analyse des floristischen Inhaltes der einzelnen Vegetationsgebiete zeigt, kann jedoch die Grenze der beiden Florenreiche weder als eine scharfe Linie noch als Grenzsaum mit einem allmählichen Übergang aufgefaßt werden. Nur der Große Norden hat, von den Hochanden abgesehen, kaum Beziehungen zu der antarktischen Flora, und nur der äußerste Süden hat eine überwiegend antarktische und austral-antarktische Flora. Die meisten der chilenischen Vegetationsgebiete gehören im weiteren Sinne zum Grenzbezirk der beiden Florenreiche und haben jeweils spezifische Kombinationen von Florenbestandteilen nördlicher oder südlicher Herkunft mit gebietsweise unterschiedlichen Graden selbständiger Sippenentfaltung. Dieser Grenzraum, in dem

sich beide Floren in sehr verwickelter Weise überschichten und vermengen, erstreckt sich von 30° bis zu 50° s. Br., also der Länge nach über rund die Hälfte des Landes. Eine exakte Analyse der räumlichen Ordnung der verschiedenen Bestandteile der Flora würde, über das floristische Interesse hinaus, auch für erd- und klimageschichtliche Fragen aufschlußreich sein. Hier kann nur ein kleiner Teil dieser Zusammenhänge aufgezeigt werden. Dabei werden die Beispiele vorwiegend der Gehölzflora und anderen physiognomisch besonders wichtigen Gruppen entnommen.

Nach den räumlichen Beziehungen der Pflanzensippen lassen sich die Florenbestandteile in folgende Hauptgruppen zusammenfassen:

A) Sippen von mehr oder weniger weltweiter Verbreitung und solche, die zu den Florenreichen der Gegenwart keine Beziehungen erkennen lassen.

B) Sippen von antarktischer, austral-antarktischer oder allgemein südhemisphärischer Verbreitung oder Herkunft.

C) Sippen von neotropischer oder allgemein tropischer Verbreitung oder Herkunft.

D) Sippen von vorwiegend holarktischer oder holarktisch-amerikanischer Verbreitung oder Herkunft.

A. Sippen mit mehr oder weniger weltweiter Verbreitung und solche, die zu den Florenreichen der Gegenwart keine Beziehungen erkennen lassen.

Diese Hauptgruppe umfaßt heterogene Bestandteile, da zu ihr hier alle Sippen gerechnet werden, die nicht in eine der drei anderen Hauptgruppen untergebracht werden können. Neben anderen Gruppen von geringerer oder noch nicht recht erkennbarer Bedeutung gehören hierher:

a) Die unter direkter oder indirekter Mitwirkung des Menschen ausgebreiteten Bestandteile der Flora.

b) Die rezenten Kosmopoliten, Sippen, die auf Grund ihrer natürlichen Ausbreitungsfähigkeit und ihrer Standortsansprüche gegenwärtig eine mehr oder weniger weltweite Verbreitung haben, wie z. B. viele Wasser-, Sumpf- und Strandpflanzen.

c) Erdgeschichtlich alte, ehemals weiter verbreitete Sippen, deren verstreute Vorkommen in der Gegenwart oft kaum noch einen erkennbaren räumlichen Zusammenhang haben. Es handelt sich dabei zum großen Teil um endemische Arten oder Endemgattungen. Sie finden sich besonders zahlreich unter den Bryophyten und Pteridophyten. Als physiognomisch besonders wichtige Gruppe gehören die Coniferen dazu. Von deren chilenischen Vertretern weisen zwar einige einen gewissen Anschluß an das austral-antarktische Florenelement auf. Andere haben jedoch entweder gegenwärtig oder fossil auch Sippenangehörige in anderen Teilen der Erde.

Die Cupressaceae sind in Chile mit einer Art der zirkumpazifisch verbreiteten, fossil auch für Europa nachweisbaren Gattung *LIBOCEDRUS* und mit den beiden monotypischen Endemgattungen *PILGERODENDRON* und

FITZROYA vertreten. *LIBOCEDRUS* spielt als nördlichster Vertreter der Koniferen in der andinen Waldstufe des mittleren Chile von der nördlichen Trockengrenze des Waldes an eine wichtige Rolle. *FITZROYA* ist auf typische Reliktstandorte im Gebiet des valdivianischen Regenwaldes beschränkt, während *PILGERODENDRON* im gesamten Regenwaldgebiet, vor allem in dessen südlichen Teilen vorkommt.

Die Podocarpaceae sind mit der monotypischen Endemgattung *SAXEGOTHEA* vertreten, sowie mit einer endemischen Art der austral-antarktischen Gattung *DACRYDIUM* und mit drei Arten der auf der Südhalbkugel weit verbreiteten Gattung *PODOCARPUS*.

Die Araucariaceae schließlich stellen mit ihrer in den chilenisch-argentinischen Anden und in der chilenischen Küstenkordillere vorkommenden Art *ARAUCARIA ARAUCANA* ein weiteres typisches Beispiel eines Reliktendemiten. Die Gattung ist durch eine zweite Art (*ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA*) in Südbrasilien und mit mehreren anderen im austral-antarktischen Bereich vertreten. Sie ist fossil auch für die Nordhalbkugel, in Chile für Magallanes, sowie auch für andere Teile der Südhalbkugel nachweisbar.

B. Sippen von antarktischer, austral-antarktischer oder allgemein südhemisphärischer Verbreitung oder Herkunft.

Diese Gruppen stellen in der Südhälfte des Landes einen wesentlichen Teil der Flora. In den Anden und mit einer geringeren Zahl von Sippen auch an der Küste sind sie bis in den Kleinen Norden, in den Hochanden auch noch weiter nördlich, zum Teil bis in die Gebirgsnebelwälder von Ostbolivien und Peru, an der Flora beteiligt. Im Gebiet der chilenischen Regenwälder werden sie nach Süden in zunehmendem Maße vorherrschend.

Die drei obengenannten Gruppen sind im Einzelfall nicht immer scharf zu trennen. Oft ist die Familie oder die Gattung in einem weiteren Sinne südhemisphärisch, während die niedere Sippeneinheit (Gattung oder Art) auf den engeren antarktisch bzw. subantarktischen Bereich beschränkt ist. Als Beispiele der antarktischen Flora in Chile seien aus der Gehölzflora *NOTHOFAGUS*, *TEPUALIA*, *ARISTOTELIA* und die schon erwähnte Coniferengattung *DACRYDIUM*, aus der übrigen Flora *DONATIA* und *MYZODENDRON* erwähnt. Die Gattungen *GUNNERA* und *ACEANA* kommen auch in Afrika vor und leiten damit über zu den in weiterem Sinne südhemisphärischen Sippen. Von diesen sind in der chilenischen Baumflora vor allem die Proteaceae mit drei Arten der Gattung *LOMATIA*, sowie mit *EMBOTHRIMUM COCCINEUM* und mit der monotypischen Endemgattung *GUEVINA* vertreten, die Familie der Cunoniaceae mit *WEINMANNIA* und *CALDCLUVIA* und die Eucryphiaceae mit zwei Arten der Gattung *EUCRYPHIA*. Auch die Liane *GRISELINIA SCANDENS* (Cornaceae) ist hier zu nennen. Während die zuletztgenannten und die meisten austral-antarktischen Gattungen auf Australien mit den Inseln und Südamerika beschränkt sind, finden sich die Proteaceae und die Cunoniaceae auch im Kapland und z. T. auch auf Madagaskar (*WEINMANNIA*). Besonders be-

merkenswert ist, daß die chilenischen Proteaceae, wie auch die Vertreter der anderen genannten Gattungen nicht Xerophyten wie die meisten australischen Vertreter der Proteaceae, sondern Bäume oder Lianen des Regenwaldes sind. Die Baumarten aus den Familien der Proteaceae, Cunoniaceae und Encryphiaceae bilden vorwiegend Wuchsformen mit großflächigen, teils ganzrandigen, teils fiederteiligen Blättern.

C. Sippen von neotropischer oder allgemein tropischer Verbreitung oder Herkunft.

Die neotropischen Florenelemente machen den bei weitem größten Teil der chilenischen Flora aus. Es lassen sich dabei zwei räumlich im wesentlichen voneinander getrennt auftretende Gruppen unterscheiden, nämlich die neotropische Waldflora und die neotropische Xerophytenflora. Die Pflanzenformationen des semiariden und ariden Nordens setzen sich in der Hauptsache aus anderen Sippen zusammen als der neotropische Anteil an der Waldflora des mittleren und südlichen Chile. Beide Gruppen zeigen eine autochtone Entwicklung mit zahlreichen endemischen Gattungen und Arten. Jedoch ist der Grad der Selbständigkeit bei der Waldflora größer. Die Xerophytenflora hat demgegenüber noch eine engere Sippengemeinschaft mit anderen Teilen Südamerikas behalten.

a) Die neotropische Waldflora.

Unter den Bestandteilen der heutigen chilenischen Flora ist die neotropische Waldflora das älteste in größerem Umfange fossil nachweisbare Florenelement. Viele der beteiligten Familien finden sich neben anderen, die heute nicht mehr vorkommen, schon in der alttertiären Flora von Coronel-Lota (37° s. Br).

Nach ihrem ökologischen Typus und dem Grade ihrer sippensystematischen Selbständigkeit lassen sich unter den Holzgewächsen der heutigen neotropischen Waldflora vier vermutlich verschiedenaltige Schichten unterscheiden, die gewisse Schlüsse auf die Vegetationsentwicklung des Landes zulassen.

Dem für den Beginn der Tertiärzeit bezeugten ökologischen Typus, der mit großer Belaubung Formen tropischer Feuchtwälder zeigt, entsprechen am meisten die neotropischen Bestandteile des valdivianischen Regenwaldes, deren Areale jedoch teilweise auch weiter nach Norden oder nach Süden reichen. Dazu gehören insbesondere die meisten Lianen, vorwiegend konservative Endemiten aus den Familien der Lardizabalaceae, Gesneriaceae, Bignoniaceae, Saxifragaceae, Liliaceae und Vitaceae. Von den Baumarten kann *PERSEA LINGUE* (Lauraceae) hier genannt werden und vielleicht auch *DRIMYS WINTERI* (Winteraceae). Die Gattung *DRIMYS* kommt in den Anden von Mexiko bis Feuerland vor. Die Familie ist jedoch auch in Neuguinea und Neuseeland vertreten und wird deshalb meistens zum antarktischen Florenelement im weiten Sinne gerechnet.

Eine zweite, aus dem ursprünglichen neotropischen Florenbestand abgeleitete Gruppe, die nach ihrer heutigen Verbreitung und ihrem ökologi-

schen Typus eine besondere Stellung einnimmt, bilden einige Holzgewächse vom Lorbeerblattypus. Dazu gehören die beiden monotypisch-endemischen Familien *AEXTOXICUM* und *GOMORTEGA*, außerdem die Gattung *LAURELIA* (Monimiaceae), endemische Arten aus den Gattungen *AZARA* (Flacourtiaceae) und *ESCALLONIA* (Saxifragaceae), einige Myrtaceen und vielleicht auch *RHAPHITHAMNUS* (Verbenaceae). Der hohe Grad der floristischen Selbständigkeit, der sich vor allem in den endemischen monotypischen Familien zeigt, sowie die zum Teil disjunkten Areale lassen eine frühe Entstehung dieses Florenelementes im weiteren mittelchilenischen Raume vermuten.

Die dritte, nach der Verbreitung, dem ökologischen Typus und zum überwiegenden Teil auch nach der Sippenzugehörigkeit einheitlichste Schicht der Gehölzflora ursprünglich tropischer Herkunft ist die Gruppe der Hartlaubgehölze. Ihr Vorkommen ist ziemlich streng auf das zentralchilenische Winterregengebiet beschränkt. Unter den beteiligten Sippen spielen einige nahe verwandte Familien aus den Ordnungen Polycarpicae und Therebinthales in den Waldbeständen des Hartlaubgebietes die Hauptrolle. Zu diesen gehören die Lauraceae mit der auch in den asiatischen Tropen verbreiteten Gattung *CRYPTOCARYA* und *BEILSCHMIEDEA*, die Monimiaceae mit der monotypischen Endemgattung *PEUMUS*, die Anacardiaceae mit den Gattungen *LITHRAEA* und *SCHINUS* und die Icacinaceae mit der Gattung *CITRONELLA*. Außerdem beteiligen sich am Aufbau der Hartlaubgehölze die Rosaceae mit den Gattungen *QUILLAYA* und *KAGENECKIA*, die Celastraceae mit der Gattung *MAITENUS*, die Sapotaceae mit *LUCUMA*, die Euphorbiaceae mit *ADENOPELTIS* und *AVELLANITA* und die Myrtaceae.

Als konservatives Relikt einer vermutlich älteren floristischen Schicht hat sich im Hartlaubgebiet außerdem die hier endemische Palme *JUBAEA SPECTABILIS* gehalten.

Eine besondere floristische Gruppe bildet schließlich noch ein den Sippen der neotropischen Waldflora nahestehender Teil der endemischen Strauchflora des Gebietes von La Serena mit Gattungen aus den Familien der Myrtaceae (*REICHEA*) und der Sapindaceae (*BRIDGESIA*). Die letztere Familie ist mit der Gattung *LLAGUNOA* auch im Hartlaubgebiet und mit der monotypisch-endemischen Gattung *VALENZUELIA* in der xerophytischen Strauchflora der Hochanden vertreten. Die Gattung *DODONAEA*, die sich ebenfalls im Gebiet von La Serena findet, kommt nach *Troll* auch in den Anden von Mexico, in Äthiopien und im Westhimalaya vor.

b) Die neotropische Xerophytenflora.

Die Sippen der xerophytischen Pflanzenformationen des chilenischen Nordens gehören zum allergrößten Teil der neotropischen Flora an. Manche haben auch eine im weiteren Sinne tropische Verbreitung. Die Xerophytenflora enthält nur wenige baumförmige Holzpflanzen. Es sind dabei nur Gattungen vertreten, die auch außerhalb Chiles verbreitet sind. Mit Ausnahme von *SCHINUS* (Anacardiaceae) gehören diese alle zu den Leguminosen (*PROSOPIS*, *ACACIA*, *GOURLIEA*). Auch unter den Sträuchern

und Zwergsträuchern und selbst unter den krautigen Pflanzen sind die Leguminosen reichlich vertreten, z. B. mit den Gattungen *ADESMIA*, *ASTRAGALUS*, *KRAMERIA*, *CAESALPINEA* und *CASSIA*.

Die nordchilenische Xerophytenflora ist wesentlich ärmer an endemischen Gattungen als die Flora des mittleren und südlichen Chile. Dieses dürfte einerseits darauf zurückzuführen sein, daß die xerophytischen Formationen Chiles von ähnlichen Vegetationsgebieten des übrigen Südamerika weniger scharf abge sondert sind als die Pflanzenformationen der chilenischen Waldgebiete, zum anderen wohl auch auf ein nicht so hohes Alter der xerophytischen Vegetation, wenigstens in einem Teil ihres heutigen Verbreitungsgebietes. Ein Teil der Sippen zeigt dagegen eine reiche, offenbar jüngere Entfaltung mit zahlreichen endemischen Arten. Mit mehr oder weniger artenreichen Gattungen sind z. B. die folgenden Familien vertreten: Compositae, Scrophulariaceae, Nolanaceae, Solanaceae, Cactaceae, Malvaceae, Tropaeolaceae, Oxalidaceae, Papilionaceae, Saxifragaceae, Portulacaceae, Amaryllidaceae, Liliaceae, Bromeliaceae.

In der Mehrzahl überschreiten die Artareale der Xerophytenflora die Nordgrenze des Hartlaubgebietes nicht. Indessen kommen doch manche Arten, und zwar vorwiegend solche aus den Strauchformationen des Kleinen Nordens, auch im Hartlaubgebiet noch vor. Mehr noch sind Gattungen des Nordens im Hartlaubgebiet oder vereinzelt auch noch darüber hinaus weiter nach Süden durch andere Arten vertreten. Viele Gattungen enthalten Reihen von Arten, die einander mit entsprechend unterschiedlichen Wuchsformen in den verschiedenen Formationen ablösen. Das gilt z. B. für *CASSIA*, *COLLIGUAYA*, *ADESMIA*, *OXALIS*, *PROUSTIA*, *SENECIO*, *HAPPLOPAPPUS*. Durch einen besonderen Reichtum an progressiven Endemiten mit an spezielle Standorte angepaßten Wuchsformen zeichnen sich die Hochanden und das Gebiet von La Serena aus.

D. Sippen von vorwiegend holarktischer oder holarktisch-amerikanischer Verbreitung oder Herkunft.

Unter den Pflanzengattungen, die Chile mit Nordamerika gemeinsam hat, sind außer Kosmopoliten und neotropischen Sippen auch solche, die dem holarktischen Florenreich angehören, wie z. B. *BERBERIS*, *RIBES*, *RANUNCULUS* und verschiedene Cruciferen. Manche Sippen dieser Gruppe sind bis nach Magallanes verbreitet. Es wird angenommen, daß sie auf dem Andenwege nach der Entstehung der mittelamerikanischen Landbrücke bis Chile gelangt sind. Einige dieser Gattungen, wie z. B. *BERBERIS*, sind mit einer größeren Zahl von endemischen Arten mit verschiedenartigen Wuchsformen auf mehrere Vegetationsgebiete Chiles verteilt.

2. Die räumliche Ordnung der Flora als Ausdruck der Vegetationsgeschichte.

Die Florenguppen verschiedener Herkunft und unterschiedlicher Grade autochtoner Sippenentfaltung repräsentieren in der heutigen Vegetation Schichten verschiedenen Alters. Manche der schon bei der Übersicht über

die Florenbestandteile erwähnten Tatsachen können als Indizien dienen, um aus der räumlichen Verteilung der Flora über die Vegetationsgebiete auf deren Entwicklungsgeschichte zu schließen. Selbstverständlich kann es sich dabei nur um ganz allgemeine Annahmen handeln, die rein hypothetischen Charakter haben, so lange sie nicht durch paläontologische Beweise gestützt werden können.

Wenn wir davon absehen, daß sich einzelne Relikte, wie z. B. ein Teil der Coniferen, möglicherweise auf eine im Lande schon länger bodenständige Schicht der Vegetation zurückführen lassen, so können wir die tertiäre Waldflora neotropischer Herkunft als den ältesten nachweisbaren und in mehr oder weniger veränderter Form noch heute weiterlebenden Bestandteil der Vegetation ansehen. Aus dem Kleinen Süden ist für den Beginn des Tertiärs eine reiche neotropische Waldflora bekannt. Es muß also vorher oder möglicherweise auch noch während dieser Zeit eine Verbindung zu den damaligen feuchttropischen Räumen Südamerikas bestanden haben.

Diese alttertiäre Flora von Coronel-Lota enthält neben anderen eine Reihe von Pflanzenfamilien, die bis heute in der chilenischen Waldflora vertreten sind, wie z. B. die Lauraceae, Euphorbiaceae, Myrtaceae, Sapindaceae, Celastraceae, Bignoniaceae, Compositae, außerdem Coniferen, Palmen und Farne. Nach den Wuchsformen, beispielsweise der großblättrigen Lauraceae, soll es sich dabei um Wälder von mehr oder weniger feuchttropischem Charakter gehandelt haben.

Von den nördlichsten Vorkommen des Waldes an bis weit in das Gebiet der temperierten Regenwälder hinein bildet diese Flora eine gemeinsame Grundlage. Jedoch ist diese in den einzelnen Vegetationsgebieten in unterschiedlichem Maße weiterentwickelt, durch den Wechsel der ökologischen Bedingungen gesiebt und durch das Eindringen anderer Florenbestandteile verändert worden. Für Magallanes bezeugen tertiäre Fossilfunde mit *ARAUCARIA* und mehreren *NOTHOFAGUS*arten, deren genaues Alter nicht sicher feststeht, wahrscheinlich zum mindesten schon für das Miozän eine austral-antarktische Waldflora. Es kann also damit gerechnet werden, daß Bestandteile dieser Flora sich seit dieser Zeit schon nordwärts ausgebreitet und mit der neotropischen Flora gemischt haben.

Der valdivianische Regenwald entspricht in der heutigen Vegetation noch am meisten dem ursprünglichen Typus jener Waldvegetation, die sich seit dem frühen Tertiär entwickelt hatte, und die zu einem nicht bekannten Zeitpunkt aus der subantarktisch-südhemisphärischen Flora bereichert worden ist. Seine reiche Ausstattung mit hochspezialisierten Ökotypen läßt mindesten für einen Teil seines Areals auf eine lange räumliche Kontinuität schließen, und einzelne Züge seiner Physiognomie können als Anzeichen seiner allmählichen Umwandlung aus dem ursprünglich noch unter wärmeren Klimabedingungen entstandenen Waldtypus der Tertiärzeit gedeutet werden. Die Areale der an seinem Aufbau hauptsächlich beteiligten Arten erstrecken sich teilweise auch nach Norden und Süden oder nach einer der beiden Richtungen über das heutige Gebiet des valdivianischen Regenwaldes hinaus. Manche Nordgrenzen mit Disjunktionen erscheinen als Rückzugsgrenzen. Die Südgrenzen sind dagegen, wenigstens

soweit sie südlich der Insel Chiloë liegen, zumeist Grenzen des Vordringens bzw. der Wiederausbreitung in postglazialer Zeit.

Die Grundlagen für die gegenwärtige Klimagliederung und für die Lage der klimatischen Grenzen sind entstanden als sich vom Miozän an die Anden allmählich zu ihrer heutigen Höhe hoben. In Verbindung mit diesem Vorgang hat sich die Vegetation teilweise an veränderte Lebensbedingungen anpassen müssen. Dabei dürften einige der heutigen Vegetationsformen sich in ihrem ökologischen Charakter geformt haben. So wird sich insbesondere die Hartlaubvegetation während der Andenhebung in dem Gebiet ihres heutigen Vorkommens ausgebreitet haben. Nach der Beschränkung der Areale ihrer charakteristischen Baumarten auf das Vegetationsgebiet, ist es kaum wahrscheinlich, daß die Hartlaubvegetation vor-

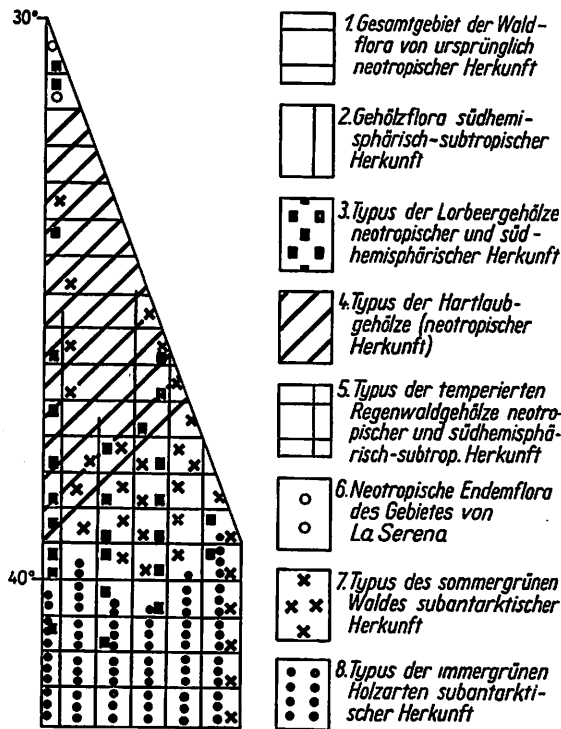


Abb. 10: Schema der räumlichen Anordnung verschiedener Elemente der Gehölzflora im mittleren Chile.

her schon eine weitere Ausdehnung gehabt hätte. Jedoch läßt die sippen-systematische Stellung der Hartlaubebäume vermuten, daß die ökotypische Absonderung dieser Gruppe von der übrigen neotropischen Waldflora doch sehr alt sein kann. Aus der in dem Verbreitungsschema (Abb. 10) dargestellten Anordnung der verschiedenen Typen der neotropischen Waldflora könnte man die Vorstellung ableiten, daß dem Hartlaubwald viel-

leicht ein Wald vom Lorbeertypus vorausgegangen ist, der eine etwas weitere Verbreitung als das heutige Hartlaubgebiet gehabt hat und dessen Vegetation mit dem Regenwald ökotypisch näher verwandt war als mit dem Hartlaubwald. Diese Annahme könnte unter anderem auf die Verbreitung der monotypischen Familien *AEXTOXICUM* und *GOMORTEGA* gestützt werden. Wenn sie zutreffen sollte, so würde damit die Disjunktion des Areals von *AEXTOXICUM* und zugleich auch der Ursprung des Waldes von Fray Jorge verständlich werden.

Dieser Hinweis auf die Möglichkeit, den Wald von Fray Jorge aus Wäldern der Tertiärzeit herzuleiten, deren ursprüngliche Verbindung mit dem Kleinen Süden durch die Hartlaubwälder unterbrochen worden wäre, steht jedoch in Widerspruch zu den Auffassungen der meisten Botaniker, die in jüngerer Zeit zu der Frage nach dem Alter des Waldes von Fray Jorge Stellung genommen haben.

Skottsberg hat die von *Philippi* geäußerte Ansicht, daß diese Wälder vielleicht auf die Zeit des Tertiärs zurückgeführt werden könnten, als eine Hypothese bezeichnet, die zu diskutieren kaum lohnend sei.

Trotzdem möge hier die Frage gestellt werden: Warum sollten eigentlich die Wälder von Fray Jorge nicht die Eiszeit überdauert haben?

Es werden hauptsächlich zwei Argumente dagegen angeführt, nämlich von *Pisano* der relativ geringe Anteil von Lokalendemismen in der Waldflora von Fray Jorge und von *Skottsberg*, daß die Bestandteile aus der „südlichen“ Flora erst durch von der Eiszeit ausgelöste Pflanzenwanderungen so weit nach Norden gekommen seien. Diese Wanderung der südlichen Flora nach dem Norden begann nach *Skottsberg* während der ersten Vereisung, die in erster Linie den Süden und die Hochanden erfaßte und den Weg an der Küstenkordillere entlang freiließ. Jedoch sei der Zeitpunkt nicht festzustellen, wann die Elemente aus dem Süden bis zu der Breite von Fray Jorge gelangt seien. Vielleicht sei es in der Eiszeit, vielleicht erst in der Nacheiszeit gewesen. Jedoch sei es wenig wahrscheinlich, daß es vor der letzten Eiszeit gewesen sei. Diese „Wanderung“ nach dem Norden sei durch die Interglazialzeiten mehrfach unterbrochen und vorübergehend rückläufig gemacht worden.

Als Ergebnis der angenommenen eiszeitlichen Pflanzenwanderungen soll der hygrophytische Wald von valdivianischem Typus vorübergehend die ganze Küstenkordillere bis an die Bucht von Tongoy oder vielleicht sogar noch weiter nach Norden eingenommen haben. Nach der endgültigen Klimaverbesserung der Nacheiszeit sei dann die „Rückwanderung“ nach dem Süden erfolgt. In der weit nach Norden vorgeschobenen Position habe sich die südliche Flora nur an einzelnen lokalklimatisch besonders günstigen Punkten halten können. Der nördlichste und reichste dieser Reste sei Fray Jorge. Er besteht aus einer kompletten Pflanzengesellschaft, die dort in der Eiszeit begründet und nacheiszeitlich isoliert worden sei. Möglicherweise sei sie auch erst in der Nacheiszeit angesiedelt worden. *Looser* nennt die Existenz des Waldes von Fray Jorge das gewichtigste Argument dafür, daß in einer nicht weit zurückliegenden Zeit, nämlich in einem feuchteren und kühleren Klima während oder nach der Eiszeit im mittleren

Chile die Flora des Südens nach Norden vorgedrungen sei. Pflanzenwanderungen während oder nach der Eiszeit seien für den Wald von Fray Jorge die einzig mögliche Erklärung. Von kaum einer der Pflanzenarten des Waldes von Fray Jorge dürfte jedoch bisher zu beweisen sein, daß sie vor der Eiszeit noch nicht existiert hätte, oder daß sie aus einem anderen Grunde mit Sicherheit erst während oder nach der Eiszeit dorthin gelangt sein könnte. Die schon seit *Philippi* immer wieder hervorgehobenen südlichen Beziehungen der Flora von Fray Jorge sind in erster Linie Beziehungen zu der Vegetation des valdivianischen Waldes. Von den 54 Pflanzenarten, einschließlich der Moose, die *Skottsberg* als charakteristisch für den Wald von Fray Jorge zusammengestellt hat, kommen nur 14 auch bis Magallanes oder Feuerland vor, und es ist nicht gesichert, ob sie dort auch vor der Eiszeit schon vorhanden gewesen waren. Eine ähnliche Pflanzengesellschaft wie die des Waldes von Fray Jorge mit deren wichtigsten Komponenten findet sich südwärts nur bis nach Chiloë. Für alle bestandbildenden Holzgewächse des Waldes von Fray Jorge ist weder die floristische Herkunft noch der Zeitpunkt der Eingliederung in die chilenische Flora bekannt. *DRIMYS* hat zwar Verwandte in Neuseeland, kommt aber auch in den Nebelwäldern Boliviens, in Costarica und an der pazifischen Küste Nordamerikas vor. Auch *GRISELINIA* findet sich in Neuseeland, jedoch ebenfalls in der tropisch-südamerikanischen Flora. *MYRCEUGENIA CORREIFOLIA*, aus einer Familie, die bereits in der alttertiären Flora von Lota enthalten ist, ist im mittleren Chile endemisch. Von der Geschichte der isolierten Gattung *AEXTOXICUM* wissen wir nichts. Immerhin ist die nächstverwandte Familie der Euphorbiaceae ebenfalls schon in der alttertiären Flora von Coronel-Lota vertreten.

Es darf auch nicht übersehen werden, daß der Wald von Fray Jorge in seinem Florenbestand neben seinen engen Beziehungen zum valdivianischen Regenwald auch einen nicht unbeträchtlichen Verwandtschaftsgrad zu den mehrere Tausend Kilometer entfernten Gebirgswäldern der tropischen Anden aufweist. Dieser zeigt sich nicht nur in gemeinsamen Gattungen wie *HYMENOPHYLLUM*, *FUCHSIA* und *ACAENA*, sondern auch in einer bemerkenswert großen Zahl von identischen Arten wie *DRIMYS WINTERI*, *NERTERA GRANADENSIS*, *RELBUNium HYPOCARPIUM*, *RIBES PUNCTATUM*, *GUNNERA CHILENSIS* und *UNCINIA PHLEOIDES*.

Die Liste der 20 Arten von Blütenpflanzen, die *Skottsberg* als typisch für den Wald von Fray Jorge zusammengestellt hat, enthält zwei Arten, deren Verbreitung auf das Vegetationsgebiet von La Serena beschränkt ist (*PEPEROMIA COQUIMBENSIS*, *LOASA URMENETA*), eine Art, die nach Süden nur bis in das Hartlaubgebiet hineinreicht (*MYRCEUGENIA CORREIFOLIA*) und zwei Arten, die zwar in dem Gebiet mit sommergrünen Laubwäldern, jedoch nicht mehr in dem Gebiet des valdivianischen Regenwaldes vorkommen (*PEPEROMIA FERNANDEZIANA*, *LOASA SCLAREIFOLIA*). Nach Abzug dieser 4 Arten bleiben 15, die im valdivianischen und nordpatagonischen Regenwald vorkommen: *RIBES PUNCTATUM*, *RELBUNium HYPOCARPIUM*, *SARMIENTA REPENS*, *GRISELINIA SCAN-DENS*, *AEXTOXICUM PUNCTATUM*, *RAPHITHAMNUS SPINOSUS*,

AZARA MICROPHYLLA, DRIMYS WINTERI, GUNNERA CHILENSIS, NERTEA GRANADENSIS, DYSOPSIS GLECHOMOIDES, UNCINIA PHLEOIDES, ACAENA OVALIFOLIA, URTICA MAGELLANICA. Davon sind die 6 zuletzt genannten auch noch darüber hinaus weiter nach Süden im Gebiet des subantarktischen Regenwaldes verbreitet. Von diesen 15 Arten kommen die obengenannten 6, also genau 40%, auch im Norden in den tropischen Gebirgswäldern vor.

Bei den Vorstellungen über die Pflanzenwanderungen scheint die Bedeutung der Eiszeit für Mittelchile und ganz besonders für den Kleinen Norden von den Botanikern erheblich überschätzt zu werden. Die Grundbedingungen für die nord-südliche Anordnung der Klimagebiete waren auch während der Eiszeit die gleichen wie heute. *Mortensen* hat bei seinen Studien über den Einfluß der Eiszeit auf das Formenbild der chilenischen Hochkordillere festgestellt, daß — abgesehen von Westpatagonien — „die Ausbildung des sogenannten glazialen Formenschatzes in der chilenischen Kordillere überraschend gering ist“, und er hat dabei nachdrücklich darauf hingewiesen, daß der Norden Chiles, wie die sehr hohe Lage der eiszeitlichen Schneegrenze zeigt, auch in der Eiszeit trocken gewesen ist, und daß Mittelchile auch in der Eiszeit ein Winterregengebiet gewesen sein muß. Kühlere Temperaturen und selbst auch erheblich größere Niederschlagsmengen können die Trockenheit des Sommers hier wohl kaum ganz aufgehoben haben. Daß aber diese und nicht die Jahresmenge der Niederschläge für die Existenz der Hartlaubvegetation ausschlaggebend ist, zeigen die gegenwärtigen großen Unterschiede des Jahresniederschlags innerhalb des Hartlaubgebietes von 300 bis über 2000 m.

Nach den Ergebnissen der neueren Forschungen über die atmosphärische Zirkulation der erdgeschichtlichen Vergangenheit (*Flohn*) kann die mittlere planetarische Temperaturerniedrigung während der Eiszeit höchstens etwa 4 bis 5 Grad betragen haben, wobei es jedoch bisher nicht als erwiesen gelten kann, daß im mittleren Chile eine Temperaturabnahme in dieser Größe tatsächlich stattgefunden hat. Denn für die Hochwüste des chilenischen Nordens und für die Antarktis wird es von *Mortensen* (1952) wahrscheinlich gemacht, daß dort die Temperaturen „während der pleistozänen Kaltzeiten nicht nur nicht kälter, sondern sogar wärmer als heute“ gewesen sind. Rechnet man für das mittlere Chile trotzdem mit einer Temperaturänderung in der angegebenen Größenordnung, so würde im heutigen Hartlaubgebiet die Mitteltemperatur immer noch höher gewesen sein als jetzt im Gebiet des nordpatagonischen Regenwaldes, und mindestens bis auf die Breite von Chiloë wäre die Temperatur nicht niedriger gewesen als im heutigen Gebiet des subantarktischen Regenwaldes. Mit einem die Existenz eines Waldklimas in Frage stellenden Einfluß der möglichen Temperaturerniedrigung ist also im ganzen mittleren Chile im weitesten Sinne nur in größeren Höhenlagen zu rechnen, und an einen, den Formationscharakter der Wälder weiträumig grundsätzlich ändernden Einfluß der niedrigeren Temperaturen kann man wohl — wiederum von den hohen Gebirgslagen abgesehen — nur für die kontinentaleren Binnengebiete der Längssenke denken, wo in stärkerem Maße als heute die Winterfröste wirk-

sam gewesen sein werden, dagegen kaum für die hochozeanischen küstennahen Bereiche.

Das Winterregengebiet wird also auch während der Eiszeit ein Gebiet der Hartlaubvegetation gewesen sein, und es kann für den mittelchilenischen Raum wohl kaum eine sehr große Änderung in der Lage der Vegetationsgebiete angenommen werden. Für eine geringe Verschiebung der Grenzen nach dem Norden sind tatsächlich gewisse Anzeichen vorhanden. Am Südrande des Hartlaubgebietes gilt das für den Übergangsgürtel, in dem die Flora des Kleinen Südens in hohem Maße an den Waldgesellschaften mit beteiligt ist. Am Nordrande des Hartlaubgebietes, wo ja heute keine zusammenhängende Waldgrenze mehr vorhanden ist, könnte man vielleicht diesen nur mehr oder weniger von Waldresten durchsetzten Saum als ein erst in der Eiszeit von der Hartlaubvegetation in Besitz genommenes Gebiet ansehen. Die teilweise starke Beteiligung xerophytischer Dorngehölze an den Pflanzengesellschaften dieses Nordteiles des Hartlaubgebietes wäre dann nicht allein durch ein Vordringen der Xerophytenflora in der Gegenwart, sondern zum Teil auch durch eine eiszeitliche Ausbreitung der Hartlaubvegetation in den früheren Bereich der xerophytischen Strauchformationen hinein zu verstehen. Es sind aber bisher jedenfalls keine Anzeichen dafür bekannt, daß der Hartlaubwald in der Eiszeit über seine gegenwärtigen Grenzstellungen hinaus noch weiter nach Norden vorgedrungen wäre. An der Küste dürfte das früher schon erwähnte Vorkommen bei Las Palmas den äußersten Punkt dieser vielleicht erst in der Eiszeit erreichten Ausdehnung der Flora des Hartlaubgebietes markieren. Bis zum Höhenzug von Fray Jorge ist diese aber offenbar nicht gelangt. Denn am Aufbau des Waldes von Fray Jorge ist sie nicht beteiligt. Wenn somit für die Eiszeit angenommen werden kann, daß sich im mittleren Chile die Anordnung der Klimagebiete und der Vegetationsgebiete, von den angegebenen Verschiebungen nach Norden abgesehen, nicht grundsätzlich von der jetzigen unterschieden hat, so besteht auch kein Grund für die Annahme, daß sich im Küstenbereiche des Hartlaubgebietes während der Eiszeit besondere Wanderwege für den Durchzug einer ganzen Waldgesellschaft aus dem Süden aufgetan hätten. Wenn unter dem eiszeitlichen Klima die Standorte im Hartlaubgebiet teilweise feuchter geworden sind, so werden sich jedenfalls zuerst die feuchtigkeitsliebenden Waldgesellschaften des Hartlaubgebietes stärker ausgebreitet haben. Sicherlich können dabei auch von Süden Arten neu eingedrungen sein. Es können, wo dieses in reichlicherem Maße geschah, auch neue Pflanzengesellschaften entstanden sein, die aus Bestandteilen des Hartlaubwaldes und südlicheren Gesellschaften floristisch gemischt sind. Solche gibt es tatsächlich. Aber wie sollte man sich vorstellen, daß eine ganze Waldgesellschaft aus dem Süden durch das Hartlaubgebiet gewandert wäre, ohne aus diesem floristische Bestandteile aufzunehmen? Und wie soll man auf der anderen Seite erklären, daß die an den Küstenhängen des Hartlaubgebietes, also unmittelbar auf dem angenommenen Wanderweg, wachsenden Hartlaubnebelwälder mit dem Wald von Fray Jorge nichts Gemeinsames haben? Wäre der Wald von Fray Jorge durch ein allgemeines Vordringen der Waldgrenze bis in diese Gegend erst in oder nach der Eiszeit entstanden, so würde er auch floristische Bestand-

teile des Hartlaubgebietes enthalten. Das Fehlen von Arten der Cryptocaryongesellschaften in den Wäldern von Fray Jorge und Talinay wäre dagegen verständlich, wenn diese ein voreiszeitliches Alter haben. Selbstverständlich müßte dabei nicht unbedingt eine topographische Kontinuität des Waldes auf dem gleichen Kamm seit dem Pliozän angenommen werden, und auch seine räumliche Ausdehnung könnte sich im einzelnen verändert haben, worauf einzelne isolierte Vorkommen von Arten des Waldes von Fray Jorge (wie z. B. *PEPEROMIA COQUIMBENSIS*) im weiteren Raum um La Serena hinzuweisen scheinen. Aber seine Hauptkomponenten würden in einem Florenbestand, der aus einer älteren Zeit in dieser Gegend noch vorhanden war, ihren Ursprung haben.

Gegen das Argument, daß die relativ große Zahl von mit dem Regenwaldgebiet übereinstimmenden Arten und der nicht sehr stark ausgeprägte Endemcharakter der Waldflora von Fray Jorge gegen die Möglichkeit eines voreiszeitlichen Alters des Reliktwaldes spräche, kann Folgendes angeführt werden. Das südchilenische Regenwaldgebiet hat nicht nur mit dem Walde von Fray Jorge, sondern auch mit den Gebirgsnebelwäldern der tropischen Anden von Ostbolivien, Peru und Kolumbien eine Reihe von identischen Arten gemeinsam. Dazu gehören außer den schon früher genannten, die auch der Wald von Fray Jorge mit den hochandinen Tropenwäldern gemeinsam hat, noch *DESFONTAINEA SPINOSA*, *EMBOTHRIMUM COCCINEUM*, *GUNNERA MAGELLANICA* und auch mehrere austral-antarktische Moosarten wie z. B. *LEPYRODON TOMENTOSUM* und *FISIDENS RIGIDULUS*. Es wird niemand annehmen, daß diese auch von Troll besonders hervorgehobene Florenverwandtschaft, die durch eine viel größere Zahl von gemeinsamen Gattungen verstärkt wird, erst während oder nach der Eiszeit entstanden sei. Zwischen diesen über den ganzen andinen Trockengürtel hinwegreichenden Arealdisjunktionen identischer Arten und der Arealdisjunktion der valdivianischen Waldflora von Fray Jorge besteht aber kein prinzipieller, sondern nur hinsichtlich der mit dem südchilenischen Wald gemeinsamen Artenzahl ein gradueller Unterschied, der jedoch aus dem ursprünglich engeren räumlichen Zusammenhang beider Gebiete verständlich ist.

Wenn weiter im Süden im Hartlaubgebiet, z. B. in der Tigreschlucht und an anderen lokalklimatisch günstigen Punkten, manche der Komponenten des Waldes von Fray Jorge auch in Gesellschaft der Cryptocaryonflora auftreten, so können diese dort teilweise ebenfalls schon voreiszeitliche Bestandteile der Flora sein. Zu einem Teil mögen sie auch erst in der Eiszeit an diese Plätze gelangt sein. Das gilt insbesondere für die nördlichen Vorposten des sommergrünen Laubwaldes, der als Höhengürtel über der Hartlaubvegetation während der Eiszeit in etwas tieferer Lage als seine heutigen Reste eine weitere Ausdehnung gehabt haben dürfte. Doch dürfte auch darin kein Beweis zu sehen sein für die Ausbreitung des Regenwaldes in dem von Skottsberg als möglich angesehenen Umfange über die Küstenkordillere des ganzen Hartlaubgebietes bis in den Kleinen Norden. Gegen die Annahme derart umwälzender eiszeitlicher Veränderungen der Vegetation mit einer nacheiszeitlichen Neubesiedlung dieser Flächen

spricht nicht nur die schon dargelegte Unwahrscheinlichkeit der dazu erforderlichen klimageschichtlichen Voraussetzungen, sondern auch die gegenwärtige floristische Nord-Süd-Gliederung der Küstengebiete mit ihrer Endemflora.

Ähnlich wie für das Hartlaubgebiet ist auch für die Küstenkordillere weiter im Süden bis in den Nordteil von Westpatagonien mit der Erhaltung des Waldes während der Eiszeit zu rechnen, was selbstverständlich Wandlungen der Zusammensetzung infolge der Änderungen des Klimas und der floristischen Konkurrenzverhältnisse nicht ausschließt. Alerceholz ist von *Meyer-Rusca* im heutigen Verbreitungsgebiet dieser Baumart unter 8 m mächtigen fluvioglazialen Ablagerungen gefunden worden. In weiten Teilen des valdivianischen Regenwaldes macht dessen floristisch reiche Differenzierung es wenig wahrscheinlich, daß es sich dort um eine nacheiszeitliche Neubesiedlung handelt, während in anderen Teilen der besondere Charakter der Bestände die Annahme einer solchen Entstehung nahelegt. Spezielle Untersuchungen darüber liegen jedoch noch nicht vor.

Für den äußersten Süden des Landes und den größeren Teil von Westpatagonien ist ohne Zweifel mit einer nacheiszeitlichen Neubesiedlung weiter, durch die Eiszeit mehr oder weniger vollständig von der Vegetation entblößter Räume zu rechnen. Dort waren, wie *Skottsberg* und *Auer* gezeigt haben, während der Vereisungsperioden die Wälder verschwunden. Für eine Interglazialzeit hat allerdings *Auer* auf Feuerland ähnliche Vegetationsverhältnisse, wie sie heute dort herrschen, nachweisen können. Die Wiederbesiedlung der leeren Flächen nach der letzten Vereisung muß aus Erhaltungsgebieten des Waldes im nördlichen Westpatagonien, zu denen nach *Skottsberg* auch die Insel Chiloë noch gehört, erfolgt sein.

In welchem Ausmaße für das Andengebiet des mittleren Chile eine Kontinuität des Waldes angenommen werden muß, ist schwer zu beurteilen. Daß dort in vielen Teilen die Hänge auch während der Vereisung bewaldet gewesen sind, dürfte kaum fraglich sein. Denn abgesehen davon, daß die obere Höhengrenze des Waldes wahrscheinlich um einige hundert Meter gesenkt war, sind in den jetzt bewaldeten Teilen dieser Andengebiete die Bedingungen für den Waldwuchs während der Eiszeit vermutlich kaum weniger günstig gewesen als heute. Die ehemaligen Gletscher der heutigen Seenregion im südlichen Teil der Längssenke werden in ähnlicher Weise zwischen waldbedeckten Hängen aus dem Gebirge ausgetreten sein, wie es heute auf Feuerland der Fall ist. Auch von den *ARAUKARIA*-Wäldern im Vegetationsgebiet mit sommergrünen Laubwäldern darf angenommen werden, daß sie, wenn auch wohl nicht in ihrer heutigen Höhenlage, die Eiszeit im gleichen Raum überdauert haben.

Außerhalb der erst nach der Eiszeit wiederbesiedelten Gebiete des Großen Südens ist, abgesehen von den ehemaligen Gletschertälern selbst und den obersten Höhengürteln unter der Baumgrenze, die Längssenke dasjenige Gebiet, dessen heutige Vegetation am stärksten durch Wirkungen der Eiszeit mit bestimmt ist. In besonderem Maße der an Gebirgsrandseen reiche südliche Teil, aber auch viele Flächen weiter im Norden bis in die Gegend von Santiago sind am Ende der Eiszeit von Vegetation entblößt ge-

wesen und danach neu besiedelt worden. Die Standorte der heutigen Vegetation sind dort zu einem großen Teil erst durch Ablagerungen des Eises oder der Schmelzwässer vor dem Eisrande und durch nacheiszeitliche Aufschüttungen der antezedenten Flüsse entstanden.

Außerdem kann, wie schon früher erwähnt, für das eiszeitliche Klima der Längssenke mit dem Auftreten von für die Vegetation wirksamen Winterfrösten gerechnet werden, die vielleicht den sommergrünen Bestandteilen der Gehölzflora erst die Möglichkeit der Ausbreitung in ihrem heutigen Tieflandsareal des mittleren Chile gegeben haben. Wenn wir dazu eine gegenüber der heutigen etwas größere Niederschlagsmenge während der Eiszeit annehmen, so erscheint es nicht unmöglich, daß im südlichen Teile des Hartlaubgebietes der sommergrüne Laubwald in der Längssenke vorübergehend auch weiter nach Norden vorgedrungen sein kann. Die heute isolierten nördlichsten Vorkommen von *NOTHOFAGUS OBLIQUA* in der Küstenkordillere würden damit eine zwanglose Erklärung finden.

Ohne den Ergebnissen weiterer Untersuchungen vorzugreifen, soll hier nur angedeutet werden, daß ein Teil der Pflanzengesellschaften, die das Vegetationsgebiet mit temperierten Sommerwäldern kennzeichnen, erst infolge der durch die Eiszeit verursachten Durchdringung einer früheren Tieflandvegetation mit der Flora andiner Höhengürtel entstanden ist. Auf die Beziehungen im Florenbestande der „Prados“ zu den sumpfigen Gebirgsformationen hatte schon *Neger* hingewiesen. *Reiche* hielt es für „möglich, daß die durch *NOTHOFAGUS ANTARCTICA* gekennzeichneten Zarzales im ebenen Teil der Provinz Valdivia ihre eigentümliche Flora einer durch die größere Ausdehnung von Gletschern bedingten Abwärtswanderung der Bergflora ihre Entstehung verdanken“. *Berninger* hat die gleiche Vermutung für die von ihm näher studierten, mit den „Ñadis“ und „Zarzales“ floristisch verwandten „Prados“, in denen ebenfalls *NOTHOFAGUS ANTARCTICA* auftritt, wahrscheinlich gemacht und hat die Mitteilung weiterer Beobachtungen zu diesem Thema in Aussicht gestellt.

Die Vorgänge der nacheiszeitlichen Vegetationsentwicklung sind bisher noch ganz unbekannt. Doch lassen sich in der gegenwärtigen Vegetation der Längssenke manche Züge erkennen, die vermutlich mit deren, im Verhältnis zu anderen Teilen des Landes, geringem Alter zusammenhängen.

Im Zusammenhang damit sind auch der relativ geringe floristische Reichtum, die unvollständige Ausstattung mit Ökotypen und die zum Teil davon abhängige Labilität mancher Waldgesellschaften zu verstehen. Einige dieser Charakterzüge gelten auch für die Vegetation des Längstales im Bereich des Hartlaubgebietes. Sie wirken sich dort unter dem Einfluß des sommertrockenen Klimas noch stärker aus und tragen mit bei zu der auffallend geringen Widerstandsfähigkeit der einheimischen Vegetation gegen die Konkurrenz fremder Einwanderer. Doch ist in den meisten Teilen dieses Gebietes das Vegetationsbild durch die Kultur so stark verändert, daß vegetationsgeschichtliche Aussagen nur auf Grund spezieller örtlicher Studien möglich sind.

Im Hinblick auf die Möglichkeit, die auf Grund unserer Studien gewonnenen vegetationsgeschichtlichen Vorstellungen nicht nur für die regio-

nale Klimageschichte, sondern auch für das von *Flohn* umrissene Problem der Entwicklung der atmosphärischen Zirkulation während und nach der Eiszeit auszuwerten, sei abschließend festgestellt, daß sich aus der floristisch-geographischen Analyse für das mittlere Chile im weitesten Sinne, nämlich das Gebiet von Chiloe bis nördlich von La Serena, Argumente für die Annahme einer Kontinuität der Anordnung der Vegetationsgebiete seit dem Präglazial ergeben. Diese Aussage wird hier ausschließlich auf den Vegetationsverhältnissen, nicht auf glazialmorphologischen oder anderen klimageschichtlichen Kriterien begründet. Doch zeigen sich bisher auch keine Widersprüche zu solchen Kriterien anderer Art. Einige der Argumente für dieses Ergebnis seien hier noch einmal kurz zusammengefaßt.

1. Die Hauptbestandteile der Flora des Regenwaldgebietes, des Hartlaubgebietes und des Waldes von Fray Jorge, zum Teil auch der Strauchformationen des Gebietes von La Serena, sind im Ursprung verwandt und lassen sich auf die neotropische Tertiärflora zurückführen. Die ökologische Differenzierung zwischen den Floren der Hartlaubgehölze und des Regenwaldes muß sich spätestens bei der Heraushebung der Anden vollzogen haben.

2. Es gibt keine Anzeichen dafür, daß die Hartlaubflora zu irgendeiner Zeit über die heutigen Grenzen des Vegetationsgebietes wesentlich weiter nach Norden gereicht hätte. Jedoch erscheint es, auch nach bodenkundlichen Beobachtungen, nicht ausgeschlossen, daß die Hartlaubvegetation den nördlichsten Teil ihres heutigen Verbreitungsgebietes erst während der Eiszeit besetzt hat, und daß dieser nördliche Rand ihres Areales nach der Eiszeit durch die nach Süden wieder an Boden gewinnende xerophytischere Gehölzvegetation teilweise aufgelöst worden ist.

3. Nur für das Vegetationsgebiet mit sommergrünen Laubwäldern läßt sich aus den Pflanzengesellschaften erschließen, daß diese sowohl in ihrem floristischen Aufbau als auch in ihrer vorübergehend vermutlich weiter nach Norden reichenden Verbreitung in erster Linie durch die eiszeitlichen Veränderungen mit bestimmt worden sind.

Zuletzt möge noch ein allgemeiner Charakterzug der chilenischen Vegetationsgebiete, der bei der gegenwärtigen Umwandlung zur Kulturlandschaft von großer Bedeutung ist, in seiner Ursächlichkeit aufgezeigt werden. (Vergl. dazu die Arbeit von *E. Klapp* in diesem Bande). Ein auffälliger Zug in der Flora des mittleren Chile ist die geringe Widerstandsfähigkeit gegen die sich leicht ausbreitenden fremden Einwanderer und die damit zusammenhängende Überfremdung der Flora in allen vom Menschen stärker beeinflussten Teilen. Man darf dieses wohl in erster Linie darauf zurückführen, daß der gesamte Süden und die Mitte des Landes etwa bis zu der heutigen nördlichen Waldgrenze wahrscheinlich seit dem frühen Tertiär, zum mindesten seit der Heraushebung der Anden bewaldet gewesen sind. Nur unmittelbar an der Küste und im Innern nur örtlich unter speziellen edaphischen Bedingungen wie z. B. auf neu gebildeten vulkanischen Böden gab es in tieferen Lagen Vegetationsformationen von offenem Charakter. Der ursprüngliche Florenbestand war daher mit Wuchsformen offener Standorte nur beschränkt ausgestattet. Dazu kommt die räumliche Isolierung der humiden und sumihumiden Gebiete durch die

Anden und den nördlichen Trockengürtel. Die Besiedlung der in der Eiszeit entstandenen offenen Flächen erfolgte daher zu einem wesentlichen Teil mit Arten aus Formationen der andinen Höhengürtel. Dort waren vor allem Zwergsträucher und Polstergräser vorhanden. Es fehlen dagegen in der chilenischen Flora weitgehend rasenbildende Gräser und Hemikryptophyten humider Standorte, wie sie in Mitteleuropa heute die Wiesen und Weiden zusammensetzen. Ebenso fehlen in der Hartlaubflora Reserven an geeigneten Wuchsformen zur Besiedelung offener Flächen der sommertrockenen Gebiete. Bei der Entfernung der ursprünglichen Gehölzvegetation durch die wirtschaftlichen Eingriffe des Menschen konnten sich daher eingeschleppte oder bewußt eingeführte ausländische Pflanzen, wenig behindert durch die Konkurrenz einheimischer Pflanzen, ausbreiten.

Im Laufe der langen Entwicklung der Kulturlandschaft in Mitteleuropa haben sich dort mit floristischem Nachschub aus klimatisch ähnlichen und räumlich unmittelbar angrenzenden Gebieten sehr ausgeglichene und wohlangepaßte (pseudonatürliche) Rasengesellschaften mit einer reichen Differenzierung nach den unterschiedlichen Standortsqualitäten entwickeln können. In Mittel- und Südchile hat sich dagegen aus den genannten Gründen (räumlich isoliertes ursprüngliches Waldgebiet) ein ausreichend mannigfaltiger Grundstock von zur Besiedlung offener Flächen befähigten und auf die speziellen Klimabedingungen ökologisch eingestellten Arten bisher nicht zusammenfinden können. Eine befriedigende, wirtschaftlich optimale Begrünung der Weideflächen ist daher sowohl im Hartlaubgebiet als auch im Kleinen Süden ein schwieriges Problem von großer wirtschaftlicher Tragweite (vgl. *Klapp*). Mit Ausnahme der Polstergrasfluren und einiger anderer Horst- und Büschelgrasgesellschaften von zum Teil nur lokaler Verbreitung in den Anden und einer sehr spärlichen Ausstattung einiger lichter xerophytischer Gehölztypen des Hartlaubgürtels mit wintergrünen niedrigen Büschelgräsern des „Coiron-Typus“ haben Gräser in der chilenischen Vegetation von Natur aus eine sehr geringe Rolle gespielt. Es hat weder echte Grassteppen noch Trockenrasen oder Wiesen von der Art, wie sie in Mitteleuropa eine so große Verbreitung haben, gegeben. Es haben sich solche mit der Entwicklung der Kulturlandschaft auch nicht bilden können, weil bei der florengeographischen Insellage eine stetige Zuwanderung von geeigneten Arten in ähnlicher Weise, wie es in Europa der Fall gewesen ist, hier nicht möglich war.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. J. Schmithüsen, Karlsruhe, Bismarckstraße 12b.

Literatur

- Almeyda-Arroyo, E.:** Pluviometría de las zonas del desierto y las estepas calidas de Chile. Santiago o. J.
- Auer, Väinö:** Verschiebungen der Wald- und Steppengebiete Feuerlands in postglazialer Zeit. Acta Geographica 5, Nr. 2. Helsinki.
- Behn, K.:** Flora de Chile. Las Familias Euforbiáceas, Aextoxicáceas y Calitriquneas. Revista chilena de historia natural 46/47. Santiago 1945.
- Bernath, E.:** Arboles forestales coniferos de Chile. Boletín del Ministerio de Agricultura. Publication trimestral V, 15. S. 25—37. Santiago 1938.
- Berninger, O.:** Wald und offenes Land in Süd-Chile seit der spanischen Eroberung. Geographische Abhandlungen 3. Reihe Heft 1. Stuttgart 1929.
- Extreme Ausbildung einer Nebelvegetation in der nordchilenischen Wüste. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde S. 383. Berlin 1925.
- Die chilenische Frontera als Landschafts- und Kulturscheide. Geographische Zeitschrift 39. Jg. S. 412—420. Leipzig 1933.
- Brüggen, J.:** Fundamentos de la geología de Chile. Santiago 1950.
- Corporation de Fomento de la Produccion (Hrsg.):** Geografía económica de Chile. Santiago 1950.
- Donat, A.:** Problemas fitogeográficos relativos a la región magallánica. Revista argentina de agronomía A. 2 Nr. 6 S. 86—95. 1935.
- Flohn, H.:** Allgemeine Zirkulation und Paläoklimatologie. Geologische Rundschau 40,1. S. 153—178. 1952.
- Studien über die atmosphärische Zirkulation in der letzten Eiszeit. Erdkunde VII, 4. S. 266—175. 1953.
- Franze, B.:** Die Niederschlagsverhältnisse in Südamerika. Petermanns Mitteilungen Erg.-H. 193. 1927.
- Frödin, J.:** En studieresa till Chile 1951—1952. Meddelanden fran Uppsala Univ. Geogr. Inst. 92 Arsbok. S. 29—101. 1953.
- Garaventa, A.:** Por que componentes vegetales estarían constituidos los Climax en la provincia de Aconcagua. IX. Congreso científico general chileno de 1936. S. 53—64.
- Haumann-Merck, L.:** La forêt valdivienne et des limites. Rec. Inst. Botanique Leo Ercera, IX. Bruxelles 1913.
- Herzog, Th.:** Geographie der Moose. Jena 1926.
- Herzog, Th. und Schwabe, G. H. und E.,** Zur Bryophytenflora Südchiles. Beih. z. Bot. Centralbl. LX Abt. B. 1939.
- Hettner, A.:** Das Klima von Chile und Westpatagonien. Straßburg 1891.
- Regenverteilung, Pflanzendecke und Besiedlung der tropischen Anden. Richt-hofen-Festschrift. Berlin 1893.
- v. Ihering, H.:** Klima und Flora von Westpatagonien im Wandel der Zeit. Petermanns Mitteilungen. Gotha 1929.
- Johow, F.:** Über die chilenische Palme. Verhandl. des deutschen wiss. Vereins zu Santiago, B IV. S. 325—337. 1900.
- Kausel, E.:** Notas mirtológicas. Revista de Botanica del Instituto „Miquel Lillo“, XIII, S. 126—149. Tucumán 1947.
- Notas mirtológicas (Suplemento). Actas del Segundo Congreso Sudamericano de Botanica Tucumán. S. 51—55. 1949.

- Knoche, W.*: Chile. In: Klute, Hdb. d. Geogr. Wiss. Bd. Südamerika. Berlin 1930.
- Über die nördliche Waldgrenze in Chile. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, S. 41. 1923.
 - Nebel und Garúa in Chile. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. 1931.
- Lauer, W.*: Humide und aride Jahreszeiten in Afrika und Südamerika und ihre Beziehungen zu den Vegetationsgürteln. Bonner Geographische Abhandlungen, Heft 9, S. 15—98. Bonn 1952.
- Ljungner, E.*: A forest section through the Andes of northern Patagonia. Svensk Botanik Tidskrift. Bd. 33, H. 4. S. 311—337. 1939.
- Loser, G.*: Argumentos botánicos a favor de un cambio de clima en Chile central en tiempos geológicos recientes. Rev. Hist. y Geogr. Santiago 1935.
- Vegetación y cambio de clima en Chile central en tiempos geológicas recientes. Rev. Sudam. de Bot. 3. 1936.
 - La vegetación de la quebrada del Tigre (Zapallar) y, en especial, sus helechos. Rev. Universitaria XXXV, No. 1. Santiago-Chile 1950.
- Martin, C.*: Landeskunde von Chile. 2. Aufl. Hamburg 1923.
- Meigen, F.*: Skizze der Vegetationsverhältnisse von Santiago in Chile. Bot. Jahrb. 1893.
- Meyer Rusca, W.*: El problema de la invasión del bosque en el sur de Chile. Sonderdruck ohne Ort und Jahr. 6 S.
- Die Chilenische Schweiz. Santiago 1950.
- Mortensen, H.*: Die Landschaft Mittelchiles. Verhandl. u. wiss. Abhandl. des 22. Deutschen Geographentages zu Karlsruhe S. 113—129. Breslau 1928.
- Das Formenbild der chilenischen Hochkordillere in seiner diluvial-glazialen Bedingtheit. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, S. 98—111. 1928.
 - Über den Abfluß in abflußlosen Gebieten und das Klima der Eiszeit in der nordchilenischen Kordillere. Die Naturwissenschaften 17. Jg. S. 245—251. 1929.
 - Über vorzeitbildungen und einige andere Fragen in der nordchilenischen Wüste. Mitt. Geogr. Ges. Hamburg XI, . 202—239. 1929.
 - Heutiger Firnrückgang und Eiszeitklima. Erdkunde VI, S. 145—160. 1952.
- Muñoz y Pisano*: Estudio de la vegetación y flora de los parques nacionales de Fray Jorge y Talinay. Santiago-Chile 1947.
- Neger, F. W.*: Die Vegetationsverhältnisse im nördlichen Araukarien. Bot. Jahrb. S. 382 bis 411. 1896.
- Pflanzengeographisches aus den südlichen Anden und Patagonien. Bot. Jahrb. S. 231—258. 1901.
 - Die Araukarienwälder in Chile und Argentinien. Forstliche naturwissenschaftliche Zeitschrift S. 416—426. 1897.
- Reiche, K.*: Die Vegetationsverhältnisse am Unterlauf des Rio Maule. Bot. Jahrb. S. 1 bis 52. 1896.
- Monotyische Gattungen der chilenischen Flora. Verhandl. des deutschen wiss. Vereins zu Santiago 5. S. 137—152. 1905.
 - Grundzüge der Pflanzenverbreitung in Chile. Die Vegetation der Erde VIII. Leipzig 1907.
- Rudolph, W. E.*: Chuquicamata twenty years later. Geographical Review XLI, 1. S. 88 bis 113. 1951.
- Schmithüsen, J.*: Die Grenzen der chilenischen Vegetationsgebiete. Deutscher Geographentag Essen, Tagungsbericht und wissenschaftliche Abhandlungen. S. 101—108. 1953.
- Immergrüne Hartlaubgehölze des subtropischen Winterregengebietes in Mittelchile. Rhododendron-Jahrbuch S. 39—42. 1954.
 - Waldgesellschaften des nördlichen Mittelchile. Vegetatio, Acta geobotanica V—VI, S. 479—486. 1954.

- Schwabe, G. H.:** Circulación de bioelementos y su aspecto chileno. Publicación de la asociación de agricultores „Dr. Bertram Kalt“. 54 S. Concepción 1951.
- Caracteres particulares del ciclo del agua y la ecología de Chile. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción (Chile), Bd. 26. 1953.
- Skottsberg, C.:** Botanische Ergebnisse der Schwedischen Expedition nach Patagonien und dem Feuerland. 1907—1909. Kungl. Svenska Vetenskaps Akad. Handlingar LVI, Nr. 5. Stockholm 1916.
- Apuntes sobre la flora y vegetación de Frai Jorge (Coquimbo, Chile). Meddelanden från Göteborgs Botaniska Trädgård XVIII. Göteborg 1950.
- Sorge, E.:** Die Trockengrenze Südamerikas. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. Erg.-Bd. 3. Berlin 1930.
- Troll, C.:** Studien zur vergleichenden Geographie der Hochgebirge der Erde. Bericht der 23. Hauptversammlung der Gesellschaft von Freunden und Förderern der Rhein. Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, S. 49—96. 1941.
- Der asymmetrische Aufbau der Vegetationszonen und Vegetationsstufen auf der Nord- und Südhalbkugel. Bericht über das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich für das Jahr 1947. S. 46—83. Zürich 1948.
 - Die Lokalwinde der Tropengebirge und ihr Einfluß auf Niederschlag und Vegetation. Bonner Geographische Abhandlungen H. 9. S. 124—182. 1952.
- Werdermann, E.:** Die Pflanzenwelt Nord- und Mittelchiles in: Karsten und Schenck. Vegetationsbilder 21. Reihe H. 6/7. 1931.
- Wilhelmy, H.:** Die eiszeitliche und nacheiszeitliche Verschiebung der Klima- und Vegetationszonen in Südamerika. Deutscher Geographentag Frankfurt 1951. Tagungsbericht. S. 121—127. Remagen 1952.

Futterbau und Futterwirtschaft in Chile*)

zwischen dem 30. und 42.^o s. Br.

Ernst Klapp

Mit 16 Bildern

I. Bemerkungen zur Landesnatur.

Hier sollen nur einige wesentliche Züge des Klimas, der natürlichen Vegetation und des Bodens in starker Zusammenfassung hervorgehoben werden, soweit sie zum Verständnis der futterbaulichen Zustände und Probleme unentbehrlich sind.

Klima. Der kalte küstenbegleitende Humboldtstrom, die Orographie und die Hauptwindrichtungen des Landes führen dazu, daß sich die Temperaturen mit der geographischen Breite nur wenig ändern; sie sind im Norden weit niedriger als in den entsprechenden Lagen der Ostküste des Kontinents. Der bereiste Teil des Landes, etwa 1200 km in der Nord-südrichtung, entspricht in der geographischen Breite der Distanz vom Sudan bis etwa Neapel; in jenem Teil Chiles nimmt das Jahresmittel nur um rund 3,5° C (von 14,4° in La Serena auf 11,0° in Puerto Montt) ab.

Es besteht also ein ausgesprochener Gegensatz des der Breite entsprechenden Strahlungsklimas und des vom Humboldtstrom geprägten Lufttemperatur-Klimas, von *Schwabe* (23) als „klimatische Diskordanz“ bezeichnet.

Das mittlere Minimum der Lufttemperatur liegt allerdings in keinem Monat unter 7° C. Eistage oder gar längere Frostperioden fehlen (abgesehen von den höheren Gebirgslagen) praktisch ganz; die Jahresamplitude ist geringer als etwa in Westdeutschland. Schnee bleibt selten länger als einen halben Tag liegen.

Umso überraschender ist die meist große Tagesamplitude. Im Sommer ist die starke nächtliche Abkühlung wegen der geringen Veratmung von Assimilaten als günstig aufzufassen, im Winterhalbjahr wirkt sie sich sehr nachteilig aus, und zwar vor allem durch das verbreitete Auftreten von

*) Zu besonderem Dank ist der Verfasser verpflichtet der Deutschen Forschungsgemeinschaft, dem Kultusministerium und dem Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Nordrhein-Westfalen sowie dem Auswärtigen Amt der Bundesrepublik für die Ermöglichung seiner Studienreise im Jahre 1954; nicht weniger dem „Bund der Landwirte Dr. Bertram Kalt“, Santiago, dessen Präsident, Herr R. *Soltmann*, mit zahlreichen Mitgliedern die Untersuchungen des Verfassers in vorbildlicher Planung und Durchführung der Bereisung förderte.

Kammeis („filamentos de hielo“). *C. Troll* (28) kennzeichnet es als „eine für kurzfristige, wetterhafte und tageszeitliche Fröste typische Erscheinung des Bodenfrostes“; es entsteht in Gestalt senkrecht stehender Eisnadeln auf nacktem oder dünnbewachsenem, feuchtem, aber nicht gefrorenem Boden. Der veranlassende Frostwechsel ist sehr häufig; nahe Los Angeles wurde in langjähriger Beobachtung kein Eistag, aber durchschnittlich die hohe Zahl von jährlich 65 Nacht- bzw. Morgenfrösten beobachtet. Wir sahen wiederholt 5—10 cm hohe Eisprismen; sie heben eine dünne Erdschicht empor und gefährden damit unentwickelte, dünne Bestände von Wintersaaten aller Art. Gefährlicher noch ist ihre erosionsfördernde Wirkung, insofern als die gehobenen Bodenteile in Hanglagen beim Wegtauen der Eisprismen jedesmal ein Stückchen talwärts wandern.

Der Temperaturgang in 2 m Höhe zeigt sehr viel weniger Fröste an, für das mittlere Längstal zwischen 11 und 20 je Jahr. So kommen zwar Spät- und Frühfröste auch schädlichen Ausmaßes wohl vor (1954 sogar besonders heftig). Indes ist der Winter thermisch durchaus nicht mit dem unsrigen zu vergleichen. Die Grünlandvegetation ruht nicht vollständig, sie bleibt wintergrün; Grüngetreide behält seinen Futterwert und mitten im Winter weidet Vieh auf üppigem Grünhafer. — Jener Gegensatz einer geringen Jahres- und einer großen Tagesamplitude ist die Quelle einer ganzen Reihe von Schwierigkeiten im Landbau. Der insgesamt milde Winter, der ein ganzjähriges Verbleiben des Viehs im Freien erlaubt, verleitet z. B. zu einer durchaus nachteiligen, ständigen Beanspruchung des Weidelandes.

Bieten die Wärmeverhältnisse dem Anbau aller in Deutschland gebauten Früchte (und darüber hinaus in manchen Gebieten z. B. des Reises und mancher subtropischer Früchte) gar keine Schwierigkeiten, so steht es mit den Niederschlägen anders. Ihre Jahresmenge wächst im Reisegebiet von rund 100 mm im N auf 2500 mm im S an (in der Kordillere auf noch weit mehr). Die Verteilung auf die Jahreszeiten ist dabei grundsätzlich überall dieselbe: Das Maximum liegt im Winter (meist im Juni/Juli). Nimmt die Dauer der Trockenzeit auch in N-S-Richtung von 11 auf 0 Monate ab, so wird ein gesicherter Acker- und besonders Futterbau ohne Bewässerung doch erst bei verhältnismäßig hohen Niederschlägen (etwa 1300 bis 1400 mm) und bei weniger als 3 Trockenmonaten möglich. (Als trocken (5) gilt ein Monat, wenn die Niederschlagsmenge in mm die Summe [33 + Monatstemperatur in C°] nicht überschreitet, bei einer Monatstemperatur von 12° also $33 + 12 = 45$ mm; diese für uns noch annehmbar erscheinende Regenmenge wird durch stark austrocknende Südwinde ihrer vollen Wirkung beraubt). Ist somit die sommerliche Trockenheit im nördlicheren Teil des Reisegebiets das Hauptproblem, so im Süden die Fülle des Niederschlags. Valdivia weist 10 Monate mit über 100 mm und einen Winterniederschlag von fast 2000 mm auf und das bei Temperaturen, die ohne diese Regenfluten Bodenbearbeitung und Wachstum sehr wohl zulassen würden.

Dem gemäßigten Wärmeklima steht, wie erwähnt, die Strahlungsintensität niedriger Breiten gegenüber; zusammen mit der Niederschlagsverteilung läßt beides in der Breitenlage Nordafrikas iberische und in derjenigen

Mittelitaliens an Irland anklingende Klimazüge entstehen, in letzterem Fall allerdings bei geringerer Sommerfeuchtigkeit. In einem Teil unseres Gebietes ergibt sich eine (landwirtschaftlich — z. B. beim Grasland und bei der Zuckerrübe — nicht unwichtige) Abwandlung des bei uns gewohnten Wachstumsverlaufs: Die Vegetation geht mit dem abklingenden Sommer nicht stetig zur Ruhe über, sondern erfährt nach der Trockenzeit mit Einsetzen der Herbstregen eine erneute Belebung (siehe auch *Schwabe* (23)). Für die Grünlandflächen ergeben sich zwei durch Übergänge verbundene extreme Rhythmen:

a) Im Trockengebiet mit dem Frühjahr einsetzender Massenwuchs bis zum Vorsommer, je nach Dauer der Trockenheit während Wachstumsstillstand, Wiederaufleben mit den ersten Herbstregen und langsames Weiterwachsen im Winter (Futtermangel also im Sommer).

b) Im regenreichen Süden massiger Futterwuchs im Spätfrühjahr und Vorsommer, langsames Nachlassen, spärlicher Wuchs in 5—6 Wintermonaten, die hier die Zeit des Mangels darstellen.

Den Klimaverhältnissen entsprechend gliedern sich die natürlichen Vegetationszonen mit großer Deutlichkeit; ihre Grenzen verlaufen allerdings nicht in Westostrichtung, sondern stoßen im großen „Längstal“ weit nach Süden vor, während sie in der Kordillere wie im Küstengebirge viel weiter nördlich zurückbleiben.

Wir folgen hier der Übersicht und den Bezeichnungen *Schmithüsens* (25).

Unsere Studien begannen um La Serena (30° s. Br.); im Landesinnern grenzen hier aneinander:

a) die subtropische Zwergstrauchsteppe des „Kleinen Nordens“,

b) nach Süden anschließend die subtropische Dornstrauchsukkulentensteppe des „Kleinen Nordens“,

in beiden Fällen offene Pflanzenformationen weiträumig verteilter Sträucher, Kakteen usw. ohne ständigen krautigen Unterwuchs. Die Futterleistung ist äußerst bescheiden, für Ziegen gerade noch ausreichend.

Im Küstenland vorgeschaltet, und zwar besonders deutlich um La Serena, begegnet uns eine eigentümlich abgewandelte Vegetation der

c) an Frühlingshygrophyten reichen subtropischen Strauchformationen auf dem Grundstock von a) und b); nach ausgiebigeren (nicht jährlich eintretenden) Frühjahrsniederschlägen schießt hier rasch eine kurzlebige, ungemein reizvolle Vegetation aus ruhenden Samen, aus Zwiebeln und Knollen auf, so daß die natürlichen Futtermittel zeitweilig stark anwachsen.

Nach Süden anschließend, rasch an Breite gewinnend, setzt

d) der Bereich der subtropischen Hartlaub- und Trockenwälder Mittelchiles ein. Er ist als das von jeher stärksten besiedelte und landwirtschaftlich genutzte Gebiet Chiles weitgehend entwaldet. Außerhalb der räumlich immerhin begrenzten Flächen bewässerter Bodennutzung herrscht eine verbreitete Dornstrauchgesellschaft mit

Unterwuchs von Hartgräsern und zahlreichen krautigen Arten vor (Abb. 1). Dieser *ACACIA CAVENIA*-Busch („Espinal“) wirkt zunächst als selbständige, ursprüngliche Vegetationsform. Eigentümlicherweise herrschen in der Bodendecke aber importierte, meist europäische Unkrautarten umsomehr vor, je intensiver die Nutzung. Neben anderen Argumenten führt diese Tatsache *Schmithüsen* zu der Auffassung, daß es sich bei den Espinales nicht um die ursprüngliche Vegetation handelt, sondern um Reste des Hartlaub-Dornbaum-Trockenwaldes. Auch der gelegentlich zu beobachtende Verlauf der Wiederbewaldung unbewirtschafteter Flächen spricht für diese Deutung. Danach würde es sich um ein durch Rodung, Brand, Pflug bedingtes Degradationsstadium des Trockenwaldes handeln, das bei annähernd gleichbleibender Wirtschaftsweise (Holzkohlenherstellung, Weidegang) den Charakter einer „Dauer-gesellschaft“ annehmen kann.

Die Espinales sind von Norden nach Süden zunehmend als extensive Weide geeignet; aber auch lichte Stellen der restlichen Hartlaubwälder bieten für einige Monate ziemlich reichlichen Futterwuchs;

- e) ohne sehr deutliche Grenzen setzt bei etwa 36° an der Küste und am Kordillerefuß, bei etwa 38° im Längstal das Gebiet der sommergrünen Laubwälder der gemäßigten Zone ein, beherrscht vom sommergrünen „Roble“ (*NOTHOFAGUS OBLIQUA*) und dem immergrünen „Laurel“ (*LAURELIA ODORATA*) mit dem „Lingue“ (*PERSEA LINGUE*). Ausreichender Futterwuchs dehnt sich bis in die Sommermonate aus;
- f) vom 40./41. Breitengrad südlich schließt der immergrüne Regenwald der gemäßigten Zone an; auf gelichteten Flächen ist der Futterwuchs im Sommer reichlich; im Winter ruht das Wachstum, wobei immerhin Teile der Grasnarbe wintergrün bleiben.

Die Bodenverhältnisse des Landes sind angesichts seiner Ausdehnung und seiner Oberflächenformen natürlich sehr abwechslungsreich und vielseitig. Das Ausgangsmaterial ist zwar dank der großen Verbreitung von Tiefen- und älteren Ergußgesteinen verhältnismäßig einheitlich; große Variationen bringen jedoch die Wirkungen der Eiszeiten, der heutigen Gewässer und des ausgedehnten Jungvulkanismus einerseits, die klimatische Bodenbildung andererseits in das Bild der Bodenarten und Bodentypen. Von den großen Kategorien der Bodentypen finden sich, abgesehen von den Wüstenböden, kastanienfarbige Böden, degradierte Schwarzerden, Braunerden, podsolierte Roterden und podsolige Braunerden. Extreme Podsolierung ist, wenigstens im Reisegebiet, kaum anzutreffen, und das gleiche gilt für die Lateritisierung. (Für diese Tatsache werden die gleichmäßigen Temperaturverhältnisse verantwortlich gemacht). — In großen Teilen des Längstales dürfte Löß eine gewichtige Rolle spielen; bedeutsamer noch ist namentlich gegen den Süden des Längstales hin der Beitrag junger und jüngster vulkanischer Aschen zum Aufbau des Bodens. Den von Norden nach Süden rasch anwachsenden Niederschlägen, in geringem Umfange auch dem Wechsel des Ausgangsmaterials entsprechend, schreitet die Basenverarmung der Böden in der

gleichen Richtung rasch fort. Chilenische Quellen (5) geben für den N des Reisegebietes pH-Werte zwischen 7,5 und 8,3, für den Süden solche von 4,5 bis 6,0 an und etwa die gleichen Werte ergaben unsere Stichproben. Besonders hervorzuheben ist die gleichsinnig gerichtete Abnahme der aufnehmbaren Phosphorsäure. Kalimangel scheint seltener zu sein als etwa in Deutschland, manche jungen Schlackenablagerungen sind ausgesprochen kalireich. Die weitverbreitete Annahme überall ausreichender Kalivorräte dürfte aber doch wohl nicht zutreffen. So beobachtete *Schwabe* (mündliche und briefliche Mitteilungen) wiederholt Kalimangel sowohl auf Rotlehmen wie auf flachgründigen „trumaos“ (s. S. 110). Und nach den zahlreichen Untersuchungen der Versuchstation La Vega / Paine (*von Baer*, Memoria 1952—1953) herrschen kaliarme Böden in vielen Provinzen sogar vor.

Neuzeitliche Bodenkarten liegen bisher nur in geringem Umfang vor, und zwar fast ausschließlich für ebene bis hügelige Ackerlandschaften. Die Beurteilung ist dadurch erschwert, daß sich die Angaben *Mattheis* (10) in der internationalen Nomenklatur und diejenigen der neueren Literatur (4, 5) mit der ins Spanische übertragenen amerikanischen Bezeichnungsweise nicht stets parallelisieren lassen. Soweit zugänglich, werden Bodenarten und Bodentypen bei Besprechung der einzelnen Reiseabschnitte kurz beschrieben.

Beim Vergleich der allerdings nicht sehr umfangreichen Futtermittelanalysen (17) mit deutschen (11) fällt besonders der überaus geringe Kalk- und Phosphorsäuregehalt der chilenischen Proben auf:

In % der Trockensubstanz

	Kalk		Phosphorsäure	
	deutsch	chilen.	deutsch	chilen.
Luzerneheu	2,94	1,37	0,76	0,32
Luzerne, grün	2,46	1,76	0,77	0,28
Rotkleheu	2,40	1,04	0,67	0,16
Naturheu	1,13	0,54	0,83	0,25

Im Mittel erreicht der Kalkgehalt der chilenischen Proben nur die Hälfte, der Phosphatgehalt nur ein Drittel der deutschen. Bei so niedrigen Phosphatgehalten sollte man Lecksucht und schwere Schäden des Knochengewebes erwarten. Die Knochen chilenischer Rinder sollen auch merklich weniger fest sein als diejenigen argentinischer Pamparinder, und Mineralstoff-Mangelsymptome werden vielfach beobachtet. Insgesamt wirkt der Habitus der Rinder zwar vorwiegend ganz normal, doch scheint die regional sehr verschiedene Mineralstoffversorgung merkliche Größenunterschiede zu bewirken.

Die Nutzflächenverteilung. Es ist nicht ganz leicht, ein klares Bild von Größe und Gliederung der landwirtschaftlichen Nutzfläche zu

gewinnen. Nach der Statistik der FAO lauten die wichtigsten Daten für 1949:

	Millionen/ha
Gesamtfläche des Landes	74,18
Land- und forstwirtschaftliche Nutzfläche	28,94
Wald, Busch	16,34
Land- und gartenwirtschaftliche Nutzfläche	12,60
Ackerfähiges Land	5,65
Naturgrünland	6,79
Vom ackerfähigen Land:	
Mit Markt- und Nährfrüchten bestellt	1,30
Wechselweiden	3,76
Brache	0,59

Von der mit Markt- und Nährfrüchten bestellten Fläche trugen im Mittel der Jahre 1947/48/49:

Weizen	65,6%	Reis	2,0%	Linsen	0,7%
Roggen	0,6%	Mais	3,7%	Lein	0,5%
Gerste	4,2%	Kartoffeln	4,0%	Hanf	0,3%
Hafer	7,3%	Bohnen	5,9%	Sonnenblume	3,3%
	77,7%	Erbsen + Kicher	1,6%	Tabak	0,3%

Während die Angaben der verschiedenen Quellen über die Ackerfläche und ihre Nutzung nur in den jahresbedingten Grenzen schwanken, ergeben sich größte Differenzen in der gegenseitigen Abgrenzung von Naturgrünland und Wald. Während die FAO-Statistik 6,79 Mill. ha Naturgrünland und 16,34 Mill. ha Waldland angibt, begeben uns in der chilenischen Literatur Angaben von 13,5 bis 17,0 Mill. ha allein für das Weideland. Hierbei werden ausgedehnte Flächen der mehr oder minder offenen Buschformationen mit zum Weideland gerechnet. *M. Rodriguez Z.* (4) spricht von 7,3 Mill. ha Wald und 15 Mill. ha „praderas y montes“, *Matthei* (10) innerhalb der landwirtschaftlichen Fläche von 15,6 Mill. ha „Montes, matorrales, renovales y praderas naturales“. Hier werden also neben dem mehr oder minder offenen Grasland der „Naturweiden“ mit den „montes“ (meist lockere Wälder, Waldreste, aber auch bebuschte Sümpfe) Busch- und Steppenwälder („matorrales“), endlich Ausschlagswälder („renovales“) als Weideland angeführt.

Tatsächlich werden Flächen mit ganz verschieden dichter Holzbestockung in größtem Umfang wenigstens zeitweise beweidet und zwar bis zu dichten Hochwäldern, sofern deren Unterwuchs genügend Futter bietet; und dieses ist namentlich im Süden des Landes in ausgedehntem Maße der Fall (S. 116). Da die Futterwertleistung dieser außerordentlich verschiedenen Waldweidetypen jedoch kaum festzustellen ist, erhellen schon hier die großen Schwierigkeiten, denen jeder Versuch einer annähernd zutreffenden Bewertung der Futterflächen begegnen muß.

II. Beispiele für Futterwirtschaft und Futterbau.

Aus der Lage der besuchten Agrarlandschaften wie aus ihren Eigenarten ergibt sich folgende vereinfachende Unterteilung:

1. Hinterland von Coquimbo — La Serena
2. Rio Aconcagua bis Rio Maule
3. Übergangszone (Laja-Heide und Frontera)
4. Osorno — Llanquihue
5. Kordillerenfuß.

Zu 1, 2 und 3 werden Lagen der Trocken- und der Bewässerungswirtschaft unterschieden.

1. Hinterland von Coquimbo — La Serena

La Serena erhält 114 mm Jahresniederschlag, den Großteil davon in vier Wintermonaten; nach der oben (S. 88) gegebenen Definition sind alle zwölf Monate des Jahres „trocken“ und acht davon fast regenfrei; Durchschnittstemperatur 14,4° C. Die Luftfeuchtigkeit in Küstennähe ist dank einer sehr hohen Zahl von Tagen mit Bewölkung und nässenden Nebeln allerdings hoch. Gegen Osten nehmen Bewölkung und Luftfeuchtigkeit jedoch rasch ab. Das Klima wird in Küstennähe als „Steppenklima mit reichlicher Bewölkung“, im Inneren als „Steppenklima mit hoher Lufttrockenheit“ bezeichnet (5).

Unter sehr spärlicher Vegetation finden sich hier durchweg neutrale bis schwach alkalische Böden mit wenig entwickeltem Profil (pH 7,5—8,4), „Suelos pardos cálcicos“, etwa „Braune Wüstensteppenböden“. Die Böden der höheren Terrassen sind schwach humos, lehmig-tonig, meist flachgründig über steinig-konglomeratischem Untergrund oder über einer verfestigten Kalkbank. Unter Bewässerung sind sie ausgesprochen fruchtbar. In der Küstenebene liegen ganz junge, stark mit Muschelschalen durchsetzte Meeressedimente, Dünen und Salzsümpfe vor; ihre Entsalzung setzt Planierung und Bewässerung voraus, liefert dann aber recht brauchbare Böden.

a) Nicht bewässertes Land.

Natürliche Futterquellen. Abgesehen von der Strandflora gehört unser Gebiet zum Bereich der Formationen a und b (S. 89); in Küstennähe niedrige, sehr offene Baum- und Strauchgehölze, nach dem Inneren durch eine noch spärlichere, sehr niedrige Buschvegetation abgelöst. Nach reichlicherem Regenfall entwickelt sich in Küstennähe eine lockere, kurzlebige Krautvegetation („c“, S. 89). Außer bodenständigen Arten spielen schon hier (wie noch viel mehr in Mittelchile) eingeschleppte, als Futter geschätzte *ERODIUM*-, *MEDICAGO*-Arten und andere mehr eine gewisse Rolle, zumal sie durch Aussamen fortdauern. Von den Holzgewächsen ist eine ganze Reihe als Futter wenigstens für Schafe und Ziegen brauchbar. So besteht gerade hier als fast alleinige Grundlage der Milchlieferung eine umfangreiche Ziegenhaltung, deren Düngeranfall in die ackerbautreibenden Betriebe verkauft wird.

Die Spärlichkeit der Futtergrundlage führt leicht zur Überbeweidung und zwangsläufig zur Wanderweidenutzung. Eine wichtige Grundlage für diesen Wanderweidegang in größerem Stil spielen die andinen Weideflächen, in der Breite von La Serena als Grassteppe entwickelt. Kennzeichnend sind horstwüchsige *STIPA*-, *POA*-, *FESTUCA*-Arten und andere Gräser, mit ausdauernden Kräutern durchsetzt. Eine Wanderschäferei nahe La Serena läßt z. B. 5000 Schafe im Winter auf einer Fläche von rund 10 000 ha im Küstengebiet südlich Coquimbo grasen; die Herde wandert dann nach Erschöpfung des Futterwuchses (November/Dezember) etwa 400 km weit auf Kordillerenweiden in 3000 bis 4500 m Höhe; von einer hier sehr ausgedehnten, nicht genau zu bestimmenden Fläche sind allerdings nur kleine Teile futternutzbar. Von dieser „Veranada“ (Sommerweide) kehrt die Herde dann Ende April zur „Invernada“ (Winterweide) im Küstenland zurück.

Wanderweidegang auf große Entfernungen spielt eine erhebliche Rolle bis tief nach Mittelchile hinein; letzteres umso mehr, als die im Norden beschränkten Flächen nutzbaren andinen Graslandes sich nach Süden hin stark ausweiten und namentlich in geschützten Tälern und nahe den Gewässern recht wertvolle Futterbestände anzutreffen sind. Je nach dem Verlauf der Jahreswitterung greift die Nutzung auch in beiden Richtungen über die chilenisch-argentinische Grenze hinüber. Als Winterweide dienen sowohl nicht bewässerbare Flächen des sommertrockenen Tieflandes wie auch schneearme, geschützte Täler der Kordillere, als Sommerweide mit der Schneeschmelze fortschreitend die oberen Täler, Unterhänge und Hochebenen der Kordillere.

Dem Naturfutterwuchs um La Serena-Coquimbo und seiner Nutzung haftet natürlich eine große Unsicherheit an — ebenso wie der hier spärlich einsetzenden Ackernutzung von Trockenland —, Viehverluste sind nicht selten.

Feldfutterbau auf Trockenland. Die Möglichkeiten sind trotz kalk- und nährstoffreicher Böden sehr gering. In nennenswertem Umfang wird *ATRIPLEX SEMIBACCATA* angebaut, namentlich im luftfeuchteren Küstenbereich. Nach einem Bericht von der Schaffarm El Tongoi*) bewährte sich die Art durchaus. Das Fußfassen von Luzerne hängt weitgehend von den Niederschlagsverhältnissen des Jahres ab; einmal entwickelte Bestände befriedigen. Über eine Reihe weiterer im Versuch angebaute dürreresistenter Arten läßt sich Abschließendes noch nicht sagen. — Charakteristisch ist, daß der Bericht den bodenständigen Gräsern, Kräutern und Gehölzen des Gebietes sehr hohen Wert als Futter und Erosionsschutz beimißt und ihre schonende Nutzung dringend empfiehlt. Man könne bezweifeln, ob ihr Ersatz durch Kunstfutterbau berechtigt und zweckmäßig sei.

b) Bewässertes Land.

Für jeden Landwirt sommerfeuchter Gebiete muß das Nebeneinander der Strauchsteppe und der Bewässerungsoasen im Norden Chiles zu den größten Eindrücken gehören (Abb. 2). Hier der dürre Busch mit spärlichem

* Dem Verfasser freundlichst überlassen von Herrn Fed. Engelbreit, Colina.

Ziegenfutter, dort die verschwenderische Fülle verschiedenster Kulturen: Zitrusarten, Chirimoyas, Paltas, Papayas, Feigen, Trauben zur Rosinen- und Südweinbereitung — daneben aber ausgedehnte Luzerneflächen, die zum Teil Verkaufsheu für die futterarmen Bezirke liefern. Ein mildes, frostfreies Klima mit relativ geringer Amplitude, basenreiche Böden und nährstoffreiches Wasser wirken hier in einer für die Luzerne geradezu idealen Weise zusammen. Neben den Spezialbetrieben mit Wein-, Frucht- und Frühgemüsebau stehen solche mit landwirtschaftlich-ackerbaulichem Charakter und hochentwickelter Viehhaltung.

Betrieb A auf einer Hochterrasse über La Serena umfaßt 350 ha voll bewässerungsfähige Fläche. Innerhalb einer auch für europäische Begriffe intensiven Fruchtfolge (in der jährlich zweimaliger Nacheinanderbau von Kartoffeln auf demselben Feld die Regel ist, bei Nebeneinanderbau aber drei Kartoffelernten in 14 Monaten durchaus möglich sind) nimmt die Luzerne etwa 40% der Gesamtfläche ein (neben kleiner Rotkleefläche). Sie wird ganzjährig beweidet, und zwar im langsamen Umtrieb auf 4 Abteilungen („potreros“); nur im Winter wird etwas Silomais (etwa 3% der Gutsfläche) zugefüttert. Stallbauten sind nicht erforderlich, die Hochleistungs-herde wird ganzjährig gemolken. Trotz der kurzfristigen Wiederkehr der Luzerne sind die in Europa gefürchteten „Müdigkeitserscheinungen“ unbekannt. Der hohe Mineralstoffgehalt von Boden und Wasser macht eine Düngung überflüssig. — Die Luzerne beherrscht den bewässerten Feldfutterbau unseres Teilgebietes durchaus. Ihre Reaktion auf Bewässerung und Nutzungsweise ist später noch zu behandeln.

In ähnlicher Lage wie der Betrieb A, auf einer bewässerbaren Hochterrasse des Rio Elqui, befindet sich ein Teil der erst vor kurzem eingerichteten neuen deutschen La Serena-Siedlung. Ein weiterer Teil liegt in der Mündungsniederung des Elqui; die z. T. salzföhrnden Böden bedürfen hier der Be- und Entwässerung schon zur Entsalzung. Über die zukünftige Gestaltung des Futterbaues in beiden Siedlungen läßt sich noch nichts Endgültiges sagen, zumal die Betriebsorganisation in beiden Teilen der Siedlung ganz verschiedenartig sein müssen wird.

Die Bewässerung, im Norden des Landes auf die Talböden und leicht erreichbare Terrassen beschränkt, erreicht in Mittelchile größere, flächenhafte Ausdehnung; zur Zeit erfaßt sie etwa 1,5 Millionen ha. Die Verhältnisse liegen sehr günstig, sowohl dank der sehr großen Wasserreserven der schnee- und regenreichen Kordillere und der geringen zu durchfließenden Breite des Landes, wie namentlich in Mittelchile dank der sehr gleichmäßigen, schwachen Neigung der Ackerebene des Längstales. Ein besonderer Vorzug liegt darin, daß zur Hauptbedarfszeit dank der Schneeschmelze viel Wasser verfügbar wird; immerhin sind die Schwankungen der Wasserspense groß.

Allerdings nimmt der Wirkungswert des Wassers von Norden nach Süden ab, nicht nur wegen der wachsenden Niederschlagsmenge und der Abkürzung und Milderung der Trockenzeiten, sondern auch wegen der abnehmenden Wasserqualität. Im Norden bringen die Flüsse in raschem, ununterbrochenem Lauf große Sinkstoffmengen mit, nach Süden hin aber mehr oder weniger die Fälle, in denen sich die Flußtrübe in kleineren oder größeren

Seen absetzen kann. Da die dann nur noch anfeuchtende Wasserwirkung in gleicher Richtung an Bedeutung verliert, endet die Bewässerungszone praktisch etwa am Rio Toltén (auf 39° s. Br.) bei rund 1400 mm Niederschlag und nur noch 1—2 „trockenen“ Monaten.

Die ältesten Bewässerungsanlagen im Norden entstammen der vorspanischen Zeit; mit Beginn der Kolonisation dehnten sie sich nach Süden aus und auch heute befinden sich große Erweiterungen in der Planung und zum Teil im Ausbau. Wasserverteilung und Überwachung der Anlagen liegen großenteils in genossenschaftlicher Hand. Die Wasserzuteilung erfolgt in empirischen, nicht überall gleichmäßigen Einheiten („regadores“ von 12 bis 15 l/sec); im großen Durchschnitt ergeben sich etwa 1—1,5 l/sec/ha, doch wurden erhebliche Unter- wie Überschreitungen dieses Maßes beobachtet (0,4—1,9 l/sec/ha). Von den Hauptzuleitern und Hauptverteilergräben wird das Wasser bei ebenbestellten Marktfrüchten und Futterflächen in mit Pflug oder Grabenmaschinen gezogene Verteilergräben geleitet (bei Kambau in die Furchen), dort durch einfache Stechschützen zum Übertritt gebracht, bis der entsprechende Flächenteil völlig überrieselt ist (Abb. 3).

Die Angaben über die Häufigkeit der jährlichen Wassergaben schwanken außerordentlich, und zwar auch zwischen benachbarten Betrieben.

Zahl der Wassergaben:

	Futterflächen	Weizen	Kartoffeln	Rüben
Grenzen	3—20	0—10	4—9	0—9
Mittel etwa	11	3	6	3

Dabei ergeben sich bemerkenswerte Unterschiede nördlich und südlich des Rio Maule; die ermittelten Durchschnittswerte sind:

N	12,3	3,3	7,2	7,5
S	8,7	1,9	4,0	1,7

Zuletzt wird Bewässerung bei Weizen unnötig und bei Rüben und Futterflächen nur bei offensichtlichem Wassermangel gegeben.

Im Trockengebiet rechnet *Matthei* (10) mit 10—15 facher Ertragsvermehrung durch Bewässerung; dabei ist vermutlich der gelegentlich vollständige Ertragsverlust auf Trockenland mitberücksichtigt. Der gleiche Autor gibt übrigens nach chilenischen Versuchsergebnissen als optimale Zahl der Wassergaben für Klee und Luzerne 29 (!) an.

Neben lebenswichtigen Vorzügen hat die Bewässerung natürlich auch ihre Schwächen. Der Zwang zum Unterbringen des Wassers trifft Boden und Pflanze nicht selten in wenig geeigneten Zuständen; läßt man das Wasser ungenutzt laufen, wird es u. U. anderwärts lästig. Vereinzelt wurden private Stauweiher zum Zurückhalten des Nachtwassers beobachtet. Soweit zahlreiche Verteilerfurchen erforderlich sind, hemmen sie natürlich die Motorisierung. Zweifellos trägt die Bewässerung auch stark zur Verunkrautung und mit stärkerem Gefälle auf nacktem Boden doch wohl auch zur Erosion bei. Der futterbaulich größte Nachteil liegt in dem unvermeid-

lichen Durchtreten und Zerstören der Pflanzenbestände dann, wenn vor genügendem Wiederabtrocknen Vieh aufgetrieben wird — wie sehr oft beobachtet (Abb. 4). In manchen Lagen könnte man auch einen Nachteil darin sehen, daß sich die Böden der Wechselweiden allmählich dichtrieseln und zum Umbruch selbst sehr guter Grasnarben zwingen.

2. Rio Aconcagua bis Rio Maule.

Das Klima wird in (5) als „gemäßigt warm mit langer Trockenzeit“ bezeichnet; *Matthei* (10) betont die große Ähnlichkeit mit dem mediterranen oder auch kalifornischen Klima. Die Niederschläge wachsen in N-S-Richtung von etwa 350 auf über 1000 mm an, die Dauer der Trockenzeit nimmt in gleicher Richtung von über 8 auf etwa 5 Monate ab. Gleichwohl trägt die landwirtschaftliche Nutzung und besonders die Futterwirtschaft verhältnismäßig einheitliche Züge. Auf das „Längstal“ entfällt in diesem Bereich der Löwenanteil sowohl der Bewässerungsanlagen wie aller wärmeholden Früchte: Wein, Reis, Sonnenblume, aber auch der Gerste, der Körnerleguminosen und der Luzerne. Von der landwirtschaftlichen Nutzfläche mögen etwa 40% ackerfähig sein und davon wiederum 40% bewässerungsfähig.

Orographisch und bodenartlich sind in diesem Gebiet zu trennen die Randgebirge (Kordillere, Küstenkordillere und Querriegel) einerseits, das „Längstal“ von nördlich Santiago bis zum Rio Maule und südlich andererseits.

Porphyrite und Keratophyre der Anden, Diorite, Granite und Schiefer der Küstenkordillere tragen stark gesteinsbedingte Verwitterungsböden, bis zur Terra rossa in regenreichsten Teilen der Küstenkordillere. Dem Relief entsprechend sind die Böden vorwiegend flachgründig, im Bereich landwirtschaftlicher Nutzung oft erodiert. Der landwirtschaftlich wesentlichste Zug liegt im Fehlen der Bewässerungsmöglichkeiten und im Vorherrschen lichter Hartlaubgehölze.

Das Längstal wird beherrscht (5) von „neutralen Braunen Böden“, entsprechend etwa den „Kastanienfarbigen Böden“; *A. Matthei* (10) hat ferner einige Vorkommen degraderter Schwarzerden verzeichnet und weist auf verbreitete Lößdecken hin. An Bodenarten wiegen solche lehmigen und sandig-tonigen Charakters vor. Doch zeigen sich in mehr oder weniger ebener Lage des (bei Bewässerung) sehr fruchtbaren Längstales mancherlei Abwandlungen. Schwere, undurchlässige Böden und Grundwasserböden mit behindertem Wasserabzug heben sich u. a. deswegen heraus, weil hier die sonst tragende Futterpflanze des Gebietes, die Luzerne, versagt und dem Rotklee weichen muß. — Insgesamt sind relativ flachgründige Böden wohl häufiger als tiefgründige und wenig nutzbare Kiesböden der Schotterkegel nicht selten. Nördlich von Santiago findet sich in abflußloser Mulde als Sonderfall ein Solonez-artiger Boden.

a) Nicht bewässertes Land.

Natürliche Futterquellen. Außer Ödlandflächen und Hügeln im Längstal rechnen hierher die Küstenkordillere, die Kordillere selbst

und einige sie beide verbindende Querriegel. Die wichtigste Pflanzengesellschaft der tieferen Lagen ist im ganzen Gebiet der „Espinal“, der *ACACIA CAVENIA*-Busch (Siehe S. 89, Abb. 1), ein mehr oder weniger offenes Gestrüpp dorniger, z. T. auch lorbeerblättriger Bäume und Sträucher mit einer nahezu geschlossenen Kraut-Grasvegetation; an Sonnenhängen sind noch viele Säulenkakteen eingemischt, wie denn überhaupt die Gegensätze von Sonnen- und Schattenhang sehr stark ausgeprägt sind (so *Meigen*, zit. bei *Schmithüsen* (25)). Gegen beide Kordillere findet sich ein allmählicher Übergang zu deren Pflanzengesellschaften. Die wichtigste der Küstenkordillere ist ein lockerer niedriger Hartlaubwald, ebenfalls mit einem ziemlich geschlossenen Krautgrastepich. An den Unterhängen der Kordillere finden sich ähnliche, mehr oder minder offene Buschwälder, teils stark mit Dornsträuchern durchsetzt, teils vorwiegend aus lorbeerblättrigen Arten bestehend, in wasserführenden Tälern hochwaldartig. In den höheren Lagen der Kordillere finden sich Hochsteppen ähnlich den oben (S. 94) beschriebenen, nach Süden hin an Ausdehnung und Futterwert zunehmend.

Namentlich in der Küstenkordillere, aber auch an den Querriegeln, den Hügeln des Längstales usw. wurden und werden ausgedehnte Flächen mit Weizen bestellt, und zwar auch an stark geneigten Hängen; die Erosion erreicht beträchtlichen Umfang. Diese Flächen dienen, anschließend der Selbstberasung überlassen, einer zwar extensiven, aber dennoch zerstörenden Schaf-Weidenutzung, vereinzelt auch der Rinderaufzucht. Daß hier die ursprüngliche Kraut- und Grasflora verschwunden ist, überrascht nicht. Dasselbe gilt aber auch von den zwar nie gepflügten, aber ständig überbeweideten Flächen im ganzen Gebiet. Nur vereinzelt findet man noch Reste der alten Vegetation, z. B. die straffen Horste von *FESTUCA*-, *STIPA*-, *MELICA*-, *DANTHONIA*-Arten u. a. m. In der Regel aber ist das Bodenständige ersetzt bzw. verdrängt durch eingewanderte, grobenteils auch in Europa bekannte Unkräuter (*ERODIUM*-Arten, *PLANTAGO LANCEOLATA*, *RUMEX ACETOSELLA*, *SANGUISORBA MINOR*, *ECHIUM VULGARE*, kurzlebige *MEDICAGO*-Arten, *LUPINUS MICROCARPUS*, *AVENA*-, *BROMUS*-, *HORDEUM*-Arten usw). Ihr Vorherrschen oder aber dasjenige bodenständiger Arten ist ein guter Indikator des Überweidungsgrades. Die Bestände sind oft sehr lückig, zumal sie nicht nur unter Biß und Tritt, sondern auch vielfach unter dem Fortfall der Beschattung leiden. Soweit Rodung und Pflug nicht überhaupt mit dem Holzwuchs aufräumten, wird dieser durch Holzkohlennutzung, Brand und übermäßigen Verbiß dezimiert.

Die vorhandene Vegetation stellt namentlich für Schafe zeitweise ein recht brauchbares Futter dar, *ERODIUM* (Alfilerillo) erfreut sich sogar ausgesprochener Hochschätzung. Die große Schwäche aller Weiden des Trockengebietes liegt jedoch in der Kürze der produktiven Wachstumszeit. Der Zuwachs beginnt mit den ersten Winterregen, bleibt im Winter gering, um dann im Frühjahr große Massen zu liefern. Mit Blüten und Aussamen der ja meist kurzlebigen Arten endet der Zuwachs; es folgen 6—7 Dürremonate ohne Futterleistung. Es handelt sich also um ausgesprochene Winter- oder vielmehr Frühjahrsweiden. Die Weidenutzung

wird indes vielfach den Sommer hindurch fortgesetzt, zumal auch die vertrockneten Pflanzenteile ganz gut ausgenutzt werden, soweit Tränkmöglichkeit besteht. Wie unter ähnlichen Umständen auch sonst in der Welt verlockt der zeitweilige Massenwuchs zu einem hohen Besatz mit Weidevieh, der dann in Zeiten abnehmenden Wuchses zur zerstörenden Überbeweidung führt und bessere Weidepflanzen nicht gedeihen läßt. Daß diese indes bei richtiger Behandlung sehr wohl gedeihen können, zeigt jede Fläche, von der das Weidevieh aus irgendwelchen Gründen ferngehalten wird (eingezäunte Pflanzungen (Abb. 12), Weingärten, Parks). Auch die Adventivflora leidet mit Ausnahme einiger meist verschmähter Arten unter der Überbeweidung, wenn sie am Abblühen und Aussamen — der natürlichen Grundlage ihrer Erhaltung — gehindert wird. — Die geringe und nur periodische Futterleistung der ausgedehnten Natur- und Stoppelweiden des Trockenlandes schließt die Haltung von Leistungsrindvieh aus und bietet ähnlich wie im Norden Anlaß zum Wanderweidegang — wenn den Betrieben neben dem unbewässerten (rulo-) Land nicht auch Bewässerungs- (riego-) Flächen zur Verfügung stehen.

Wanderung zwischen „Invernadas“ und „Veranadas“ findet sich, wie früher (S. 94) erwähnt, auch innerhalb der eigentlichen Kordillere; hier bestehen, meist im Besitz von Längstalbetrieben, zum Teil aber auch selbständig, reine, ackerlose Weidebetriebe großen Umfanges, soweit die Ausdehnung der futternutzbaren Flächen von den geschützten Tälern und Unterhängen bis auf die Hochsteppen das zuläßt.

Wir besuchten einen nahezu ganz auf Trockenland der Vorkordillere beschränkten Weidebetrieb von der Größe eines deutschen Landkreises, der sich mit einer Höhendifferenz von über 2000 m bis zum Kamm eines Gebirgsausläufers hinanzieht. Eine minimale Wasserfläche in einer Talausweitung dient der Selbstversorgung, alles übrige ist Weideland. Die tieferen, wenig geneigten Lagen sind mit *ESPINALES* (Abb. 1) bestanden. Hier sind vielfach Spuren früheren Ackerbaues und früherer Erosion erkennbar. Steilere Hänge und die Wände einiger tief eingeschnittener Schluchten tragen dichtere Hartlaubgehölze, die in Wassernähe fast völligen Schluß erreichen (eine Ausnahme, die der ausgesprochenen Baumfreundlichkeit des Besitzers zu danken ist). Von etwa 1500—1600 m Höhe ab setzen Felsfluren an, der Holzwuchs beginnt zu schwinden, um Grassteppenflecken zwischen dem Gestein Platz zu machen. Das Nebeneinander von Sonnen- und Schattenhang, trockenen Akazien-Kakteenfluren und feuchten Talgründen, tiefen und hohen Lagen erlaubt einen zeitweise zwar dürrtigen, aber doch ganzjährigen Weidegang zur Aufzucht von mehreren Tausend Rindern und Pferden. Die Bodenflora besteht dort, wo früher gepflügt wurde oder intensiver geweidet wird, fast ganz aus Adventivpflanzen, unter denen wieder *ERODIUM*- und *MEDICAGO*-Arten neben den oben (S. 98) genannten Arten stark hervortreten. In größerer Entfernung vom Gehöft ist noch viel von der Urvegetation anzutreffen. In Zeiten geringen Futterwuchses werden auch viele Holzgewächse befressen (eine umfangreiche Liste der Futtergehölze findet sich in (19)). So ist dieser Betrieb „invernada“ und „veranada“ zugleich; das von Schritt zu Schritt

wechselnde Verhältnis von Gras- und Holzwuchs macht die Schwierigkeit der Abgrenzung von Weide- und Waldland verständlich.

Der Feldfutterbau im Trockenland nimmt keine nennenswerten Flächen ein, weil die anstrengende Nutzungsform der beweidbaren Flächen, ob nun Brach-, Stoppel- oder Naturweide, das Gedeihen hochwertiger, ansaatfähiger Arten praktisch ausschließt. Da die Hauptursache des Versagens jedoch in der Sommerdürre gesehen wird, liegt der Nachdruck der Förderungsmaßnahmen (durch Versuchs- und Pflanzenzuchtstationen) auf der Einbürgerung bzw. Samenvermehrung dürreresistenter Arten wie *SANGUISORBA MINOR*, *PHALARIS TUBEROSA* VAR. *STENOPTERA* u. a. m. Auch Luzerne und andere wenig regenbedürftige Arten, selbst *DACTYLIS* und *ARRHENATHERUM*, würden gedeihen, wenn sich schonende Nutzungsverfahren durchsetzen würden. — Insgesamt stellt ein produktiver Futterbau des Trockenlandes in unserem Bezirk wohl das größte Problem der mittelchilenischen Bodennutzung dar.

b) Bewässertes Land.

Die Bewässerungsflächen des mittelchilenischen Längstals bilden die leistungsfähigste Agrarlandschaft Chiles; hier finden wir auch die vielseitigsten und zum Teil hoch entwickelten Formen der Bodennutzung. Von noch verhältnismäßig einfachen Wechselwirtschaftsfolgen (1—2 Getreidejahre mit folgenden 3 bis 6 und mehr Futterbaujahren) bis zum Fruchtwechsel mit angehängtem zweijährigem Futterbau finden sich verschiedenartigste Anbauverhältnisse und Fruchtfolgen. In den näher untersuchten Betrieben nahm der Futterbau 17 bis 70 % der bewässerten Ackerfläche ein, der Marktfruchtbau 83 bis 25%.

Betrieb B, am Rande der versalzenen Batuco-Niederung im trockensten Teil des Gebietes auf z. T. sehr tiefgründigen Böden gelegen, verfügt für etwa 700 ha Fläche über kaum die Hälfte des als notwendig angesehenen Wasserrechtes. Der sehr vielseitige Marktfruchtbau (u. a. Frühmelonen, Gemüse) muß den Jahresschwankungen der Wasserversorgung daher sehr elastisch angepaßt werden. Die Futterfläche ist mit weniger als 20% des Ackerlandes die relativ geringste, die uns begegnete, besonders gering aber in Anbetracht eines hohen Rinderbesatzes mit ganzjährig gemolkene Kühen. Die Futterfläche setzt sich zu zwei Dritteln aus Luzerne, zum Rest aus Rotklee und Silomais zusammen. Auch Zahl und Umfang der Wassergaben sind — aus den genannten Gründen — recht begrenzt. Wenn trotzdem ein Maximum an Futterleistung erreicht wird, so deswegen, weil an die Stelle der verschwenderischen Weidenutzung der Kleearten die Grünfütterung getreten ist, soweit möglich im Freiland („Soiling“).

Betrieb C, unweit südlich von Santiago gelegen, bewirtschaftet etwa 750 ha Wasserfläche in der Fruchtfolge: Hackfrucht (einschließlich Grünhafer und Silomais), Getreide, 4 Jahre Luzerne. Die Luzerneflächen werden in langsamem Umtrieb auf zahlreichen Potreros beweidet, im Sommer ganztägig, im Winter nur tagsüber. Der Flächenbedarf je Großvieheinheit ist angesichts der Leistungsfähigkeit der Luzerne unter günstigen Klima-, Boden- und Wasserverhältnissen recht groß, namentlich im Vergleich zu Betrieb B. Der wesentliche Grund liegt im Nutzungsverfahren; hier eine

ziemlich anstrengende Weidenutzung, dort Grün- und Heuverfütterung von Mäheluzerne. Manche Erfahrungen im Gebiet lassen darauf schließen, daß schon häufigere Grünfütternutzung die Ausdauer der Luzerne gegenüber 3—4 maliger Heunutzung um etwa 2 Jahre verkürzt, die Weidenutzung aber nochmals um 2 Jahre. Insbesondere wirkt das Zertreten der Luzerneweide bei noch feuchtem Boden (nach Wassergaben) zerstörend (Abb. 4); die Bestände werden rasch lückig, und in den Lücken macht sich nicht nur Gras breit, sondern auch grobes Unkraut, im vorliegenden Fall die „wilde Artischocke“ (*Cynara*, „Cardo“, Abb. 5). Der relativ langsame Umtrieb kann den bekannten Empfindlichkeiten der Pflanze nicht Rechnung tragen; der starke Besatz der Flächen mit den gemiedenen Cardos verstärkt noch die „selektive“ Weidewirkung. Fraglich ist ferner, ob die thermophile Luzernepflanze nicht auch durch die abkühlende, die Wurzelatmung störende Bewässerung beeinträchtigt wird; nach manchen Stimmen dauert unbewässerte Luzerne, wenn sie einmal Fuß gefaßt hat, erheblich länger aus als bewässerte. — Jedenfalls machen viele im Gebiet beobachtete Luzerneweiden bereits vom zweiten Jahre ab einen stark geschädigten Eindruck. Zudem ist namentlich von australischen Vergleichsversuchen bekannt, daß die Verwertung der Weideluzerne sehr viel schlechter ist als die von Grünfütter- oder Heuluzerne. Bewirtschaftungsschäden und Verwertungsmängel reichen aus, um den hohen Weideflächenbedarf je Großvieheinheit zu erklären.

Immerhin, als Weidepflanze wie auch zur Produktion von Heu für den Markt bildet die Luzerne das Rückgrat des nord- und mittelchilenischen Futterbaues. In den bisher behandelten Betrieben sind Müdigkeiterscheinungen nicht bekannt geworden, obwohl die Luzerne z. B. im Betrieb C seit 40 Jahren alle drei Jahre auf demselben Feld wiederkehrt. Die zum Teil außerordentlich hohen Saatmengen (bis 50 kg/ha) werden in Getreide oder am besten in Mais eingebracht. Nach der Getreideernte nimmt man vielfach einen Schnitt, nach Gerste mit deren Reststroh zusammen, dann setzt die Beweidung ein. Im Sommer wird ganztägig, im Winter halbtägig geweidet. Mit der oft rasch fortschreitenden Verschlechterung der Bestände findet man sich ab. Als Bei- und Ergänzungsfutter dienen Silomais, Grünhafer, vereinzelt auch Heu, in Hochleistungs-Melkbetrieben (wie A, B, C), dazu Kraftfuttermengen.

Die früher gerade in der Umgebung von Santiago vorherrschende Produktion von Luzerne zum Heuverkauf hat ihren Standort zugunsten der Milchwirtschaft in größere Entfernung von der Hauptstadt verschoben.

Wie früher erwähnt, sind nicht alle Böden des Längstals für Luzerne tiefgründig oder durchlässig genug; das gilt für die folgenden Betriebe, deren Futterbau zwar nicht als Ausnahme zu gelten hat, aber vom statistischen Durchschnitt abweicht.

Betrieb D am Süden der Santiaginer Mulde zählt rund 3000 ha, davon etwa 70% bewässerungsfähig, der Rest großenteils Dorn- und Buschweide auf kaum ackerfähigen Hügeln. Bislang sehr extensiv bewirtschaftet, die große Rindviehhaltung ohne Milchnutzung (Aufzucht und Mast); zur Zeit in der Reorganisation mit Einschaltung von Zuckerrüben; beabsichtigte Fruchtfolge: Hackfrucht, 2 Jahre Getreide, 2 Jahre Weideklee;

Rotklee muß hochliegenden Grundwassers wegen an die Stelle der Luzerne treten. Die Trockenhügel (Rulo-Weiden) sind kurzfristig besonders im Frühjahr nutzbar; da auch der Klee anschließend seinen Wachstumshöhepunkt erlebt, besteht im Oktober und November Futterüberschuß, im Winter aber ausgesprochener Futtermangel infolge fehlenden oder unzureichenden Zusatzfutters (das die Zuckerrübe künftig liefern wird). Der winterliche Futtermangel führt zur Überanstrengung der Kleeweide; Nutzen davon zieht hier wie weithin die vom Weidevieh verschmähte Geißbraute (*GALEGA OFFICINALIS*, Abb. 6), die große Flächen des kahlgefressenen, lückigen Rotkleebestandes beherrscht. Mit den Cardos der Luzerne in C eröffnet die *GALEGA* den Reigen der spezifischen, vom Weidevieh geschonten Selektionsunkräuter, die gewaltige Weideflächen aus der Nutzung ausschalten und zu desto schärferem, zerstörendem Verbiß der Restfläche führen. Im Prinzip lassen sich diese Selektionsunkräuter durch wiederholte Mahd im geeigneten Zeitpunkt kurzhalten, z. T. auch durch Silieren nutzbar machen; die Praxis neigt jedoch mehr zur Bekämpfung durch selektiv wirkende Herbizide.

Im vorliegenden Fall macht zunehmende *GALEGA*-Verunkrautung die gewünschte Verlängerung der Nutzung des mit *LOLIUM*-Arten gemischten Weideklee über 2 bis höchstens 3 Jahre hinaus unmöglich; sie ist ohnedies kaum zu empfehlen, da der Rotklee auch in Chile nur zum geringen Teil länger als 1½ bis 2 Jahre aushält. In D leiden die Kleeweiden zudem unter dem langen Verbleib (bis 20 Tage) der Weidetiere auf den sehr großen Potreros.

Betrieb E nahe Talca. Der 375 ha große, vollbewässerte Betrieb läßt auf den Fruchtwechsel: Blattfrucht - Getreide - Blattfrucht - Getreide zweijährige reine Rotkleeeweide folgen. Als Zusatzfutter dienen Silomais, Rüben, Rotkleeheu; letzteres stammt vom erstjährigen Aufwuchs der (unter Weizen eingebrachten) Rotkleeansaat. Der Weidegang erfolgt ganzjährig, und zwar nur am Tage; das Mähfutter wird im Stall verabreicht. Rotklee tritt des undurchlässigen Unterbodens wegen an die Stelle der Luzerne, die dem hier wärmsten Sommer Mittelchiles entsprechen würde. Im Winter sind auch hier die Rotkleeeweiden kahl, infolge möglicher Ergänzungsfütterung jedoch ohne derart durch Überbeweidung zu leiden wie in vielen anderen Betrieben.

Bemerkenswert und ein wichtiger Hinweis auf die vorzügliche Futterwüchsigkeit gut gedüngter Bewässerungsböden ist die üppige Selbstberaugung der Weingärten zwischen Traubenlese und Wiederbeginn der Pflegearbeiten. Hier entwickelt sich vielfach eine geschlossene, wüchsige Decke von kleeartigen Futterpflanzen und anspruchsvollen Gräsern, ein drastischer Beweis für die Wirkung einer unfreiwilligen Schonung und reichlicher Düngung.

Betrieb F, zwischen Linares und Kordillerenfuß. Die Niederschläge überschreiten 1000 mm, die Dauer der Trockenzeit unterschreitet 5 Monate; gleichwohl wirken etesische Klimazüge noch stark genug, Bewässerung ist noch voll wirksam, Wein und Reis spielen eine wichtige Rolle. Der Betrieb umfaßt rund 1000 ha, von denen allerdings nur 60% bewässerungsfähig und nutzbar sind; die restlichen 40% bestehen in Öd- und Unland, verwilderten

Flußbetten usw., weithin übersponnen von dem gefährlichsten Unkraut Chiles, der „Zarzamora“ (Brombeere, *RUBUS SP.*, Abb. 7). Auch dieser Betrieb befindet sich in der Reorganisation. Abgesehen von den Spezialkulturen Wein und Reis finden sich einfache Fruchtfolgen von Wechselwirtschaftscharakter mit dem Anbauverhältnis 22% Getreide, 3% Blattfrucht, 75% Kleeeweide. Die Handhabung im einzelnen weicht oft stark vom Durchschnitt ab.

Reiner Rotklee steht auch hier wegen des reichlich undurchlässigen und lange feuchtbleibenden Bodens an Stelle der Luzerne. Die Rotkleeeweiden werden „bis zum Versagen“ genutzt und dies kann sowohl sehr früh eintreten wie auch lange auf sich warten lassen. Der Rotklee selbst beginnt im zweiten Jahr mit dem entsprechenden Ertragsrückschlag zu verschwinden. Da keine langlebigen Futterpflanzen mit angesät werden, bleibt es dem Zufall überlassen, ob eine zur Not brauchbare Selbstberasung eintritt oder nicht. Spontaner Anflug von Kleearten ist neben starkem Auftreten minderwertiger Gräser überall zu beobachten; die Leistung solcher bis zu 10 Jahren genutzter Grasnarben ist aber bei dem herrschenden Nährstoffmangel sehr gering. — Die Kleeansaat (in Weizen) werden sofort nach der Ernte beweidet; beim Einsetzen der Regenzeit muß wegen des schnell durchweichten Bodens eine Mähenutzung eingeschoben werden. Der Anfall an Winterfutter ist angesichts eines minimalen Feldfutterbaues indessen so gering, daß nur ein Bruchteil des Milchviehes auch im Winter gemolken werden kann.

Die Mehrzahl der bisher genannten Betriebe steht in der Bewirtschaftungsweise über dem Durchschnitt. Gleichwohl spielen Zertreten und Überbeweidungsfolgen auf dem bewässerten Weideland eine sehr nachteilige Rolle. Die Weidekoppeln sind verhältnismäßig groß, so daß die Herde länger in ihnen verbleiben muß, als es sich mit dem Schonbedürfnis der Weidepflanzen verträgt. Die klimatische Möglichkeit ganzjährigen Freilandaufenthaltes des Viehs einerseits, die Periodizität des Futterwuchses andererseits führen dazu, daß zeitweise Futterüberschuß herrscht und ein gleichmäßiges Abgrasen ausbleibt, zeitweise aber ständiger Kahlfraß wirksam ist. Unter solchen Umständen ist eine Schwächung der bevorzugten, ständig verbissenen Weidepflanzen ebenso unvermeidlich wie üppiges Gedeihen und rasche Ausbreitung der gemiedenen Pflanzen: Der Weidegang wirkt selektiv, er fördert das Minderwertige. Dieser Vorgang macht besonders dann rasche Fortschritte, wenn die Weidenutzung über die Lebensdauer der angesäten Futterpflanzen hinaus fortgesetzt wird, Rotkleeeweiden z. B. länger als 2—3 Jahre liegenbleiben, eine hochwertige Selbstberasung aber mangels reichlicher Nährstoffversorgung ausbleibt.

Die Verunkrautung mit Selektionsunkräutern, so mit *CYNARA*, *GALEGA* und vor allem mit *RUBUS* (Abb. 5—7), erreicht auf großen Flächen unseres Bereiches ein erstaunliches Ausmaß. Fälle, in denen ein Viertel, ja die Hälfte der Fläche durch sie beansprucht, also unproduktiv festgelegt wird, sind durchaus nicht selten. Wo diese Unkräuter nicht oder nur vereinzelt auftreten, ist das allein der Bewirtschaftungsweise (Grünfütterung, Wechsel von Weide und Mahd, Nachmahd, Potrero-Verkleinerung, Herbizidanwendung) zu danken.

In unserem Gebiet ergibt der Wechsel von Ödland, trockenen und bewässerten Nutzflächen ein sehr buntes Bild. Verwilderte Flußbetten, Schotter- und Sumpfflächen werden abgelöst von ausgedehnten Weide-Espinales und ihren spezifischen Nutzungsformen: Weizenansaat und rasch mit Disteln, Brombeeren usw. verunkrautenden Stoppel- und Brachweiden. Dazwischen liegt in wechselnder Ausdehnung bewässertes Land. Bei von Santiago nach Süden hin abnehmender Intensität der Bodennutzung treten (der Zahl, nicht der Fläche nach) Fruchtgärten vom Pfirsich bis zur Citrusfrucht und Oliven und Weingärten — letztere namentlich um Talca — stark hervor. Die ackerbauliche Fläche aber wird von Luzerne — und daneben von Kleeweidern völlig beherrscht, ihnen folgen der Ausdehnung nach Weizenansaat, Stoppelfelder (im Winter) von Weizen, Mais, Sonnenblume, von Talca bis Linares auch von Reis, Grüngetreide. Zahlreiche Silotürme zeugen von fortschreitender Futtermittelswirtschaft. Besonders eindrucksvoll aber ist die ungeheure Vitalität der Brombeere, die, fast immer grün, in hohen und breiten Hecken jeden Weg, jede Grundstücksgrenze begleitet, rasch die Stoppelweiden besiedelt und eine ständige Bedrohung des Kulturlandes darstellt; ihre Einbürgerung war ein wirkliches Danaergeschenk. — Den Rahmen des Längstals bilden dürftige Buschweiden, unsichere Weizenansaat und Stoppelweiden der oft stark erodierten Küstenkordillere im Westen und der stärker bebuschten Hänge der Kordillere im Osten.

3. Übergangsgebiet (Laja-Heide und Frontera)

Dieser Bereich zwischen Rio Itata und Rio Toltén ist wirklich ein solcher Übergang. Auf verhältnismäßig kurze Entfernung nehmen die Durchschnittstemperaturen um 2° C ab, die Niederschläge aber von 1200 auf 2000 mm zu. Die Zahl der Trockenmonate verringert sich von 4 im Norden auf 1 im Süden. (Klimabezeichnung in (5): „Gemäßigt warm mit weniger als 4 trockenen Monaten“).

So wird bald ein Zustand erreicht, in dem die Bewässerung ihre Lebensnotwendigkeit und Wirtschaftlichkeit verliert, zumal der Düngewert des Wassers aus früher (S. 95) genannten Gründen geringer wird. Der Futterbau wird auch auf Trockenland einigermaßen sicher. Damit tritt an die Stelle extensiver, einseitiger Weidewirtschaft mit unsicherem Gelegenheitsanbau von Weizen der gemischte Betrieb nunmehr auch auf Trockenland allgemein in Erscheinung. Allerdings findet sich im Regenschatten der Küstenkordillere um Angol nochmals ein Trockengebiet mit unter 1000 mm Jahresniederschlag, höheren Temperaturen und starker Amplitude, und hier begegnen uns die futterbaulichen Schwierigkeiten fast in der alten Schärfe. Im Süden des Gebietes beginnt andererseits der winterliche Stillstand des Futterwachstums ähnliche Schwierigkeiten zu bereiten wie weiter nördlich die Sommerdürre.

Ausgesprochenen Übergangscharakter besitzt auch die natürliche Vegetation. Von Norden her laufen Hartlaubgehölze und *ACACIA CAVENIA*-Busch aus; von Süden her greift der hochwüchsige Mischwald aus sommer-

und immergrünen Gehölzen („e“, S. 89) über. Das Grenzgebiet wird von Vegetationsformen ausgefüllt, die ebenfalls Mischcharakter besitzen und teils als offener Busch, teils als Parklandschaft mit fluß- und schattenbegleitendem Wald entwickelt sind. Allgemein treten die Hartlaubgehölze zurück, während uns die Südbuchen- (*NOTHOFAGUS*-) Arten mehr und mehr begegnen und in ihrem Unterwuchs die futterwirtschaftlich sehr wichtigen *CHUSQUEA*-Arten (S. 116).

Das Relief ist abwechslungsreicher als zwischen Santiago und Maule-Fluß; zwar setzt sich der annähernd ebene Boden des Längstales, wenn auch verschmälert und von Querriegeln unterbrochen, fort, um im Süden des Gebietes zu enden. Große Flächen auch außerhalb beider Kordilleren sind jedoch Hügelland mit stark wechselnden Formen und Neigungsverhältnissen; die Konsequenzen in landwirtschaftlicher Hinsicht sind noch zu besprechen.

Besonders wechselvoll sind Bodenarten und Bodentypen; wir begegnen sterilen Sanden, milden, lößlehmähnlichen wie ausgesprochen schweren und schwierigen Böden, dem Typ nach Braunerden und Braunlehmen einerseits, schwach gebleichten Rotlehmen andererseits. Versauerung und Phosphatarmut sind bereits fortgeschritten.

Insgesamt ergibt sich zwangsläufig eine große Fülle von Organisationsformen des Acker- und Futterbaues, die zu etwas ausführlicherer Behandlung zwingt. Einen besonderen Zug bildet dabei das Vorhandensein zahlreicher Indio-Reservate mit der ihnen eigenen Wirtschaftsform.

Über die natürlichen Futterquellen läßt sich noch nicht viel anderes sagen als bisher, zumal die Böden der neu hinzutretenden Vegetationsformen wie die der „Parks“ doch weitgehend als Pflugland herangezogen wurden. So herrscht auf den „Naturweiden“ auch hier die Adventivflora, in der neben kurzlebigen Arten aber auch mehr langlebige, rasenbildende Extensivgräser wie *AGROSTIS SP.* u. a. auftreten und rasenverdichtend wirken. Immerhin haben wir hier Reste der natürlichen, horstwüchsigen Grasfluren mit *FESTUCA*-, *STIPA*-Arten usw. häufiger beobachten können als bisher. Auf den Vulkansandböden der Laja-Ebene herrscht im Urzustand eine äußerst dürrftige heideähnliche Vegetation von geringster Futterleistung.

a) Trockenland im westlichen Malleco.

Kennzeichnend für diesen Landstrich ist der indianische Name eines seiner Teile „Collipulli“ = „Rote Hügel“. Die Böden des hügeligen Landes mit steilen bis mäßig steilen Hängen tragen vorwiegend rote Farbtöne. Ein meist feinsandig-toniger A-Horizont braunroter Farbe liegt über einem roten, noch bindigeren, verdichteten oder doch wenig durchlässigen B-Horizont und dieser wieder über angewittertem glazialen Material oder tiefem Granitzersatz von hellerer, braun- bis rötlichgelber Tönung. Je nach Ausgangsgestein und Relief ergeben sich einige Unterschiede, im ganzen sind diese meist stark sauren Rotlehme aber landwirtschaftlich durchaus vergleichbar.

Martin (9) sagt noch 1923: „Mit Recht wird die Provinz Malleco die Kornkammer Chiles genannt“; heute ist das ehemals so fruchtbare Hügelland

Schauplatz einer geradezu erschreckenden Erosion. Auf weite Strecken hin ist der humose A-Horizont völlig abgetragen und der Ackerbau vollzieht sich auf dem ehemaligen Unterboden; häufig ist aber auch dieser bereits im Schwinden und der Pflug durchfährt den gelblichen C-Horizont; tiefe Erosionsschluchten durchziehen die Hänge. Nach der amtlichen Statistik ging der Weizen ertrag in 20 Jahren z. B. um Collipulli von 13,4 auf 7,2 dz/ha, also um 46% zurück. In Einzelfällen sank der Ertrag nach durchaus glaubwürdigen Berichten in einem Menschenalter von den zu Beginn des Jahrhunderts ohne Düngung erzielbaren Rekorderträgen von 50 bis 70 dz/ha auf 10 bis 15 dz ohne, 20 dz mit Düngung. Da diese Katastrophe nahe Beziehungen zur früheren und zukünftigen Futterwirtschaft hat, muß auf die Zusammenhänge eingegangen werden. Sie gelten nicht nur für Malleco, sondern für große Teile der Küstenkordillere und anderer Landschaften, nach (4) für mindestens 4 Millionen ha!

Die natürlichen Grundlagen der Erosion liegen einmal im Relief, ferner im Boden. Feinsandreiche Böden auf undurchlässiger Unterlage sind wegen der beschränkten Sickerfähigkeit stets besonders erosionsgefährdet, zumal wenn Humus-, Kalk- und Phosphorsäuremangel die Bildung einer stabilen Krümelung verhindern. Das Klima wirkt gleichsinnig, da der nackte Boden im Winter weder durch Frost festgelegt, noch durch eine Schneedecke geschützt wird, sondern hohen Niederschlägen ausgesetzt ist. Dazu gesellt sich die erosionsfördernde Wirkung des Kammmeises (S. 88).

Die Ursachen der eingetretenen Schäden sind rücksichtsloser Wirtschaftsweise zuzuschreiben. Die ehemals fruchtbaren Böden sind althesiedelt, die hier erst sehr spät einsetzende Kolonisation räumte mit den Resten der Urvegetation auf. Die zeitweilige Hochkonjunktur des Weizenexportes, aber auch die weitere Preispolitik gab Anlaß zur schrankenlosen Ausdehnung und Wiederholung des Weizenbaues. Selbst steile Hänge bis 50% Neigung und darüber (Abb. 9, 10, 11) wurden und werden gepflügt, oft sogar in Hangrichtung; dies umsomehr, als die Grenzziehung ohne Rücksicht auf das Relief erfolgte und der Grundstücksverlauf oft geradezu zum Steilhangpflügen verleitet. Nun zwingt das Klima zur Brachhaltung vor Weizen; dieser kommt in ein stark gelockertes Saatbett und vermag, da noch nicht bodendeckend, mehrere Monate des Regenwinters hindurch den Boden nicht zu halten.

Unter solchen Umständen wäre eigentlich die Zwischenschaltung erosionshemmender Kulturen notwendig; die Praxis handelte genau gegenteilig, indem die für unerlässlich gehaltenen Ruhepausen einem ruinösen Kleinviehweidegang dienten. Überbesatz, Überbeweidung, Vernichtung der letzten Gehölzreste, Trittschäden und Freilegung des nackten Bodens, Abschwemmung auch in den Weidejahren waren die unvermeidliche Folge (Abb. 11). In den Indioreservaten wirken weitere Tatsachen verschärfend: Die geringe Besitzgröße, die zum bevorzugten Anbau von Nährpflanzen zwingt und eine Dehnung der Fruchtfolge ausschließt; die fast ausschließliche Haltung des Schafes als des für den Bestand des Bodens gefährlichsten Weidetieres und der Verzicht auf Zäune, d. h. auf eine Un-

terteilung der Weidefläche, die ihre zeitweilige Schonung erlauben würde. Soweit noch außerhalb des Pfluglandes altes Buschweideland vorhanden war, führte das zur Förderung des Graswuchses durchgeführte jährliche Abbrennen ebenfalls zur Vernichtung jeder bodenschützenden Vegetation.

Die Sachlage und die Wege zur Abhilfe sind den verantwortlichen Dienststellen und einsichtigen Landwirten natürlich bekannt. Terrassenbau und Schichtlinienanbau werden gefördert und ebenso die mehr biologischen Gegenmaßnahmen. Selbst viele Praktiker lehnen heute Pflügen von mehr als 4—8° geneigten Hängen ab und gehen zur Aufforstung über. Auch mittelbare Wirkungen sind von Windschutzpflanzungen zu erwarten, weil sie die Erhaltung bodenfestigender Futterpflanzen in Dürreperioden wesentlich erleichtern würden.

Auf der in landwirtschaftlicher Nutzung verbleibenden Fläche kommt alles auf die möglichst langfristige Einschaltung von Dauerfutterflächen an und damit auf eine Ausdehnung der Großviehhaltung. Diese würde auch durch Stalldünger im Verein mit der unerläßlichen Kalk- und Phosphatdüngung die Krümelneigung und Berasungsfähigkeit des Bodens steigern. Abgesehen von agrar- und preispolitischen Hemmnissen bestehen große sachliche Schwierigkeiten hinsichtlich der verwendbaren Pflanzen. Die Versuchs- und Zuchtstationen arbeiten tatkräftig an der Einbürgerung dürrer Pflanzen wie *SANGUISORBA MINOR*, *PHALARIS TUBEROSA* SSP. *STENOPTERA* u. a. Doch vermögen schon *DACTYLIS GLOMERATA* und *ARRHENATHERUM ELATIUS* Erstaunliches zu leisten, wenn sie — und das ist sehr selten der Fall — zeitweilig geschont werden. Beispiele hierfür und für die erfolgreiche Heranziehung von *TRIFOLIUM INCARNATUM* folgen. — 1954 sind die Auswirkungen der Verbesserungsvorschläge noch sehr gering, Steilhangpflügen und Überbeweidung sind noch in voller Blüte. — Die anschließend behandelten Betriebe geben insofern kein zutreffendes Bild, als ihre Besitzer die harte Lehre der Erosion weitgehend berücksichtigen.

Betrieb G, im Regenschattengebiet Angol-Los Sauces gelegen, verfügt über 1100 ha, wovon mehr als 600 ha dürrtige Naturweide auf stärker geneigten Flächen und nur 400 ha Ackerland sind. Die Konsequenz aus dem Fehlen der Bewässerungsmöglichkeit, der lokalen Trockenheit und den Schwierigkeiten eines Feldfutterbaues ist eine denkbare Betriebsvereinfachung. 10% des Ackerlandes tragen Weizen, 2,5% Kichererbsen; die gesamte Stoppelfläche, also 87,5% des Ackerlandes, wird ohne Ansaat unter Verzicht auf Milchvieh genutzt zur Aufzucht und Vormast angekauften Jungviehs. Diese Form der Bodennutzung kann als charakteristisch für die nähere und weitere Umgebung gelten: 1 Jahr Weizenbau mit ganz kleiner Blattfruchtfläche auf 10—20% der Fläche, anschließend 4—9 Jahre Stoppelbrachweide. Es handelt sich also um ein ganz ähnliches Prinzip wie in der Küstenkordillere.

Auf der Stoppelweide siedelt sich natürlich nicht viel Wertvolles an, zudem stehen monatelang nur trockene Reste zur Verfügung; sie werden aber, Tränkmöglichkeit vorausgesetzt, noch erstaunlich gut verwertet; erst gegen Ende der Trockenzeit machen sich Gewichtsverluste bemerkbar.

Außer vielen der bereits S. 98 genannten Arten finden sich *AGROSTIS SP.*, *CYNOSURUS ECHINATUS*, *HYPOCHOERIS*, *HYPERICUM*-, *OXALIS*-Arten u. a. m.

Betrieb G unterscheidet sich insofern von seiner Nachbarschaft, als die Gefahren der Erosion hier genau bekannt sind und stärker geneigte Hänge nicht mehr gepflegt, sondern nach Möglichkeit aufgeforstet, sonst als Dauerweide liegen gelassen werden. Zudem versucht man, außer der im Norden Chiles bewährten *ATRIPLEX SEMIBACCATA* (S. 94) auch *SANGUISORBA MINOR*, *PHALARIS STENOPTERA*, *DACTYLIS* und *ARRHENATHERUM* zur Ansaat zu bringen.

Betrieb H, rund 1200 ha groß, zeigt eine ähnliche Gliederung des Pfluglandes; Grundlage ist die Folge: 1 Jahr Weizen, 4 Jahre Weide. Doch wird für die allerdings noch geringe Milchviehhaltung etwas Feldfutter (Grünhafer, künftig auch Silomais) gebaut. Die Stoppelweide wird ergänzt durch eine eigenartige Nutzungsform des Inkarnatklees, die in der Umgebung zunehmende Verbreitung findet. Der Inkarnatklee wird entweder ganz dünn (4—5 kg/ha) in den Weizen oder, um ein etwaiges Ersticken des Weizens bei vorzeitiger Klee-Entwicklung zu vermeiden, später in die Stoppel gesät; er entwickelt sich mit Beginn der Herbstregen, liefert einen Heuschnitt, samt im Nachwuchs unter Beweidung aus und ergibt im folgenden Jahr einen dichten Bestand; dies wiederholt sich, wenn auch mit abnehmender Wüchsigkeit, so daß die an sich nur überjährige Art praktisch 2—3, seltener 4 Jahre auf dem Felde steht, den Weidewert natürlich stark hebt und zugleich als bodensichernde Gründüngung wirkt. Die Weidenutzung verläuft bei äußerst geringem Viehbesatz auf großen Potreros relativ extensiv, so daß auch gegen Sommersende noch genügend trockene Futterreste vorhanden sind, um eine allerdings stark nachlassende Milchleistung zu erlauben.

Betrieb J, ebenfalls noch im Regenschattengebiet, bewirtschaftet 320 ha, wovon 30 ha nicht ackerfähige Hügelweide, 270 ha ackerfähig und davon 20 ha bewässerbar sind. Das trockene Ackerland wird ähnlich G in der Folge: 1 Jahr Getreide mit ganz wenig Blattfrucht, 3 Jahre durch Inkarnatklee aufgefüllte Stoppelweide, genutzt. Die Viehhaltung erreicht ein Minimum, gemolken wird nur für den Hausbedarf. Auf der Hügelweide wird *ARRHENATHERUM* mit gutem Erfolge eingebürgert. Die Winterfütterung wird durch Inkarnatkleeheu gesichert. Das Hauptproblem liegt hier wie in F und G auf dem Überdauern des Sommers. Die möglichen Wege sind auch genau erkannt: Schonung der Weide in Zeiten ohne Nachwuchs durch zeitweilige Stallhaltung mit Heu- und Silagefütterung, die stärkeren Feldfutterbau und, hier durch Wasserland erleichtert, Rübenbau voraussetzt. Der Bewirtschafter zweifelt nicht daran, daß sich bei genügender Schonung (und Windschutzanlagen gegen den ausdörrenden Süden) Dauerbestände von *ARRHENATHERUM* halten lassen. Hiermit wird nochmals jene wesentlichste Frage des Futterbaues auf Trockenland überhaupt berührt: Ist das Versagen der meisten bekannteren Futterpflanzen tatsächlich allein auf das Klima zurückzuführen oder doch auch auf die Art der Bewirtschaftung? Zahllose Beobachtungen gerade im „Übergangsbereich“ zeigten uns, daß eigentlich überall eine wechselnde Kombination

guter Futterpflanzen zu gedeihen und sich bei zeitweiliger Schonung durchzusetzen vermag, sei es nach Ansaat oder durch Selbstberasung. Das gilt sowohl für Rotklee und Luzerne wie für *DACTYLIS*, *ARRHENATHERUM*, *LOLIUM*- und *FESTUCA*-Arten, *TRIFOLIUM REPENS*, *MEDICAGO HISPIDA* und *M. MACULATA*, sicher auch noch für weitere Arten. Zur Aufforstung eingezäunte, d. h. vom Weidevieh abgeschirmte Flächen weisen oft einen geradezu erstaunlichen Futterwuchs auf (Abb. 12) und noch mehr gilt das von Garten- und Parkrasen. Auch auf ständig überanstrengten Trockenweiden vermag ein Kuhfladen, eine zufällig dort verbliebene Stalldünger- oder Kompostmenge eine dichte, an spontanem Kleewuchs reiche Grasnarbe hervorzuzaubern. Selbst die Weideunkräuter geben eindeutige Hinweise für die Wirkung der Schonung; *PLANTAGO LANCEOLATA* und andere rosettenwüchsige Arten gedeihen sehr gut, nicht, weil sie absolut dürrfest sind, sondern weil sie mit ihren dem Boden angedrückten Blättern dem Biß des Weideviehs entgehen, überdies auch die Austrocknung abschirmen (Siehe auch *Schwabe* (23)).

Das eindrucksvollste Beispiel für die Wirkung einer geregelten Nutzung mit ausreichenden Schonzeiten vermag die Landwirtschaftsschule El Vergel aufzuweisen (K). Hier, im Kern des Regenschattengebietes, ist es auf Trockenland trotz großer Sommerdürre gelungen, eine Dauergrasnarbe mit starker Beteiligung sogar von *LOLIUM PERENNE* zu schaffen und zu erhalten. Im Frühsommer wird ein Schnitt gewonnen, es folgt in Sommermitte nochmals ein Schnitt oder einmaliges Abweiden; dann aber erhält die Fläche Ruhe bis zum nächsten Vorsommer. Diese Nutzungsweise erscheint extensiv; nach Auffassung unserer Gewährleute ist sie jedoch wirtschaftlicher als Ackerbau. Hier ist zu erwähnen, daß El Vergel auf trockenen Hängen erfolgreiche Versuche mit der Reihensaat von *PHALARIS TUBEROSA* SSP. *STENOPTERA* zur Festlegung des Bodens gemacht hat.

Jedenfalls besteht kein Zweifel daran, daß in unserem Gebiet durch geregelte, schonende Nutzung sowohl eine brauchbare Selbstberasung wie die Erhaltung leistungsfähiger Ansaaten zu erreichen wäre. Denn auch das vereinzelt beobachtete Zugrundegehen von Luzerne-, Rotklee- und Grasansaat scheint vorwiegend bedingt durch eine zu früh, vor dem „Fußfassen“, einsetzende, überanstrengende Nutzung und durch Nährstoffmangel, zuweilen allerdings auch durch Saattermine, die Keimung und Aufgang erschweren oder unmöglich machen.

b) Bewässertes Land

Betrieb K der eben erwähnten Methodisten-Landwirtschaftsschule El Vergel nahe Angol kann zwar nicht als repräsentativ für die übliche Wirtschaftsform, wohl aber als ein Beispiel dafür gelten, was sich generell auf Wasserland erreichen läßt.

In der Wasserwirtschaft der Umgebung finden sich Fruchtfolgen, die an 1—2 Blattfruchtjahre und 1 Getreidejahr 3—6 Jahre Kleeweide anhängen. In der Blattfrucht nehmen Mais, Bohnen und die hier besonders gut gedeihenden Linsen eine bevorzugte Stellung ein. Der in Weizen oder Gerste

ingesäte Rotklee hält auch hier praktisch nur 2 Jahre aus. Der Weidegang der folgenden Jahre vollzieht sich also auf den nunmehr genügend erwähnten Unkraut- und Selbstberasungsbeständen.

Hauptziel von Vergel ist die Dehnung der Fruchtfolge zugunsten einer möglichst langen Dauer einer aus hochwertigen, langlebigen Arten bestehenden Weide, die auf ein Hackfruchtjahr (Mais, Kartoffeln, Zuckerrüben) und ein anschließendes Getreidejahr folgt. In Getreide ein- oder in die Stoppel nachgesät werden *LOLIUM PERENNE*, *DACTYLIS*, *FESTUCA ARUNDINACEA* („K 31“), *TRIFOLIUM REPENS* („Ladino“), *TRIFOLIUM PRATENSE*, in kleinen Mengen auch *ARRHENATHERUM*, *PHALARIS STENOPTERA* und *TRIFOLIUM SUBTERRANEUM*.

Die Weidenutzung verläuft sehr ähnlich neuzeitlichen europäischen Verfahren: rascher Umtrieb auf genügend kleinen und zahlreichen Potreros, so daß die Flächen nach kurzer Freßzeit etwa 3 Wochen Ruhe erhalten; Mahd von Überschüssen im Vorsommer; angemessene Düngung. Ein hoher Viehbesatz weidet 9—10 Monate lang, d. h. solange der Boden trittfest und von den Winterregen noch nicht zu stark durchweicht ist; dann Aufstallung und Winterfütterung mit Feldfutter und Grassilage.

Der Erfolg ist überzeugend: Ein hoher Weideviehbesatz von 100 Tieren kann bei gleichbleibender Leistung auf 27 ha ohne Zusatzfutter gehalten werden, ohne daß die Grasnarbe darunter leidet; im ersten Jahre noch etwas dünn, ähnelt sie später durchaus guten westeuropäischen *LOLIUM*-Weiden, und zwar für 8—10 Jahre. Dann wird der Umbruch notwendig, nicht wegen Versagens der Grasnarbe, sondern weil sonst mit Dichtrieseln des Bodens zu rechnen ist. Die Grasnarbe zeigt keinerlei ungünstige Selektionswirkungen.

Das Beispiel El Vergel ist deswegen so wertvoll, weil es die durchschlagende Wirkung einer *g e r e g e l t e n*, schonenden Weidenutzung und einer ausreichenden Düngung zeigt und den Nachweis bringt, daß die Erhaltung einer hochleistungsfähigen Grasnarbe ohne Verunkrautung durch lange Jahre auf Wasserland eines ausgesprochen sommertrockenen Gebietes möglich ist — was vielfach angezweifelt wird.

c) Ebene Lagen zwischen Rio Itata und Rio Toltén.

Im Gegensatz zu den Betrieben G—K im Regenschattengebiet von Angol-Los Sauces findet sich die folgende Gruppe L—O in regenreicher, fast ebener — wenn auch mit Hügeln durchsetzter — Lage. Dem Bodentyp nach handelt es sich wohl vorwiegend um Braunerden. Tieferes Profil und Bodenarten sind außerordentlich verschieden.

Schon nördlich unseres Bezirkes beginnend und weit nach Süden reichend finden sich mit großer Flächenausdehnung Bänke verfestigten, meist vulkanischen Materials in wechselnder Tiefe („Tosca“), die ackerbaufreundlich sein können. Am Fuß der Kordillere setzt ferner eine Gruppe von Bodenbildungen ein, die unter dem Sammelnamen „Trumao“ nach Süden hin rasch an Bedeutung gewinnt. Das eiszeitliche Material ist hier mit feinsten vulkanischer Asche und auch wohl mit Löß überdeckt bzw. durchsetzt. Es sind mehr oder weniger dunkel-braungelbe, in feuchtem Zustande dun-

kel- bis schwarzbraune, humusreiche, feinsandige Böden, tiefgründig, durchlässig, schwach sauer. Nach Farbe, Grundwasserlage usw. werden verschiedene Trumao-Arten unterschieden, doch handelt es sich stets um vergleichsweise hochwertige, leicht zu behandelnde Böden. Völlig aus der Reihe fällt der Boden des zunächst zu besprechenden Betriebes L; es ist ein ton- und humusarmer, strukturloser, durchlässiger, saurer bis stark saurer Sandboden von (dunkel-) grauer Farbe, aus vulkanischem Material im Laja-Schwemmkegel entstanden. Im Betrieb N endlich finden sich feiner gekörnte Sande mit bindigerem Untergrund, die bessere Wasserführung und einen höheren Humusgehalt aufweisen.

Betrieb L, 2500 ha groß, bildet ein großartiges Beispiel für die Kultivierung einer nahezu sterilen Heide auf dem Laja-Sand; es verdankt seine Entstehung allein der privaten Initiative. Zu den hier gemessenen natürlichen Niederschlägen von 1700—1800 mm liefert das oberhalb des Laja-Wasserfalles abgezweigte Bewässerungssystem nach Schätzung des Besitzers weitere 6000 mm; dies genügt, um — abgesehen von der Oberflächenbefeuchtung — eine hochliegende, sozusagen künstliche Grundwasseroberfläche zu schaffen. Von der Gesamtfläche blieben nur noch 100 ha Ödland; 1100 ha tragen überaus wüchsige *PINUS INSIGNIS*- (s. *RADIATA*-) Aufforstungen, 1300 ha sind bewässerungsfähiges Ackerland. Der Fruchtfolgegrundriß zeigt 1 Jahr Blattfrucht (Bohne, Silomais, Kartoffeln), 1 Jahr Getreide, 5 Jahre Klee- und Klee grasweiden sowie auf höher gelegenen Stellen eine kleine Fläche Mäheluzerne. Der nicht überhöhte Viehbesatz weist dank ausreichender Fütterung sehr hohe Milchleistungen auf; geweidet wird ganzjährig, jedoch wird im Stall gemolken und auch eine Winterzusatzfütterung (Grundlage: Silomais) geboten. Es bestehen daher größere Möglichkeiten der Stallmistgewinnung und der Weideschonung.

Auf dem in der Substanz unfruchtbaren Boden ermöglicht die Bewässerung das Gedeihen von Rotklee; auf etwas besseren Böden werden auch Gräser, bisher *LOLIUM*-Arten, künftig auch *DACTYLIS*, *ARRHENATHERUM* und eine verwandte Art „*AVENA SCHRAEDERI* (?)“^{*)} beigegeben. In der Regel wird der erste Aufwuchs nach der Weizenernte mit dem Reststroh zusammen als Heu oder Gärfutter geworben. Nach genügender Erholung setzt der Weidegang (zum Teil als geregelte „Rationsweide“ mit Elektrozaun) ein und setzt sich bis zum Frühjahr fort. Im zweiten Jahr wird zweimal gemäht; hierzu wird auch etwas Salpeter verabreicht. Die gesamte Weidefläche erhält im vierjährigen Turnus Kalk — der erste uns beugnende Fall einer Weidedüngung! Die ausgesprochen schonende Behandlung läßt die Ansaat auf dem minderwertigen, nach europäischen Begriffen durchaus nicht kleefähigen Boden gut gedeihen. Im 2. Jahr allerdings verschwindet der Rotklee und die natürliche Ungunst des graswuchsfeindlichen Standortes macht sich in rascher Verschlechterung der Weidebestände erkennbar. Die Magerpflanzen des sauren, nährstoffarmen Bodens gelangen zur Herrschaft, namentlich auf hoffernen Flächen, neben Massenaufreten von *RUMEX ACETOSELLA* und *HYPOCHOERIS* findet sich *HOLCUS LANATUS* mit geringen Mengen als fast einziges Süßgras

* Vermutlich nur eine besonders wüchsige Form von *Arrhenatherum elatius*.

in der lückigen Grasnarbe. Nur in der Reichweite von Kuhfladen entwickelt sich dichter Klee- und Graswuchs — der beste Hinweis auf den möglichen Erfolg reichlicher Düngung. In Hofnähe verläuft die Entwicklung der Grasnarbe verständlicherweise besser, wir beobachteten ganz gute, z. T. an *LOLIUM* reiche Bestände. — Wenn, wie erwähnt, die Leistungen des Viehbestandes gleichwohl sehr gut sind, dann deswegen, weil dieser nicht übersetzt ist, sondern im Gleichgewicht mit der Leistung der Futterflächen steht.

Betriebe M 1/2/3/4 lassen sich trotz der sehr verschiedenen Größe (65, 613, 675, 870 ha) weitgehend vergleichen; sie liegen um Los Angeles bei 1300—1400 mm Niederschlag; jeder Betrieb hat Anteile an ackerbaulich günstigen, fast ganz bewässerbaren „Trumao“-Böden, die Mehrzahl auch an den ungünstigen, meist nicht bewässerbaren, bindigen, erodierten „roten Böden“ nach Art der S. 105 beschriebenen. Diese tragen entweder schon *PINUS INSIGNIS*-Anpflanzungen oder befinden sich in der Aufforstung. Sie würden heute selbst mit Düngung nur 25—30% des vor 30—40 Jahren erzielbaren Ertrages bringen; stellenweise haben Erosion und Fortfall des Windschutzes den Ertrag auf unter 5 dz Weizen/ha gedrückt. Die Errichtung von Milch-, Zuckerrüben- und Holzverarbeitungsindustrien in Los Angeles wie die allmähliche Verbesserung der Verkehrswege ebnet fortschrittlichen Wirtschaftsmethoden den Weg. Alle 4 Betriebe haben den Zuckerrübenanbau aufgenommen, bauen zudem Mais oder Grünhafer. Zusammen mit Weideheu verfügen sie über ausreichendes Ergänzungsfutter, um ganzjährig melken zu können. Eine ganz oder teilweise mögliche zeitweilige Aufstallung liefert mehr Stalldünger als in A bis L; Weideflächen erhalten zwar auch hier keine besondere Düngung, aber die überdurchschnittliche Düngung der Marktfrüchte besonders mit Phosphorsäure wirkt augenscheinlich noch einige Jahre nach.

Im Gegensatz zum Bereich Aconcagua-Maule tritt die Luzerne auch auf geeigneten Böden zurück; anderseits klingt die stärkere Berücksichtigung von Gräsern, besonders *DACTYLIS*, bei der Weideansaat an die Verhältnisse von Osorno-Llanquihue (S. 117) an; die abnehmende Bewässerungsnötigkeit kommt in nach Zahl und Menge verringerten Wassergaben zum Ausdruck. Der Übergangscharakter des Gebietes läßt sich wie in Klima und Urvegetation also auch hierin deutlich erkennen.

Der Fruchtfolgegrundriß zeigt: 1 Jahr Blattfrucht (Hülsenfrucht, Rüben, Mais, Kartoffeln), 1 Jahr Getreide, 5—6 Jahre Weide mit Heugewinnung. Neben Rotklee wird meist *DACTYLIS*, zuweilen *ARRHENATHERUM* und *LOLIUM* in Weizen oder Hafer eingesät. Der erste Aufwuchs wird mit dem Strohrest als Heu oder Silage geworben, dann wird im Ansaatjahr nochmals gemäht oder vorsichtig geweidet. Im 2. Jahr wird überwiegend nochmals Heu geworben oder geweidet. Die Nutzungsweise ist ausgesprochen schonend. Der Klee schwindet dann schneller oder langsamer; er hinterläßt aber nicht die bisher so oft beobachteten Unkrautbestände, sondern dank der Grasbeigabe, bei einiger Schonung auch dank einer kleereichen Selbstberasung, brauchbare Bestände. Sie sind zunächst, wenn nur *DACTYLIS* oder *ARRHENATHERUM* verwendet wurde, nicht geschlossen, aber wüchsig. Auf älteren Weiden fanden sich neben den angesäten Arten

viel *TRIFOLIUM REPENS* und überjährige *MEDICAGO*-Arten. Der hohen Ansaatkosten wegen sucht man die Bestände möglichst lange zu halten, aber doch nicht „bis zum Versagen“; entscheidend für den Umbruch ist der Zustand.

Der vergleichsweise gute Zustand selbst 5—6jähriger Bestände ist nicht nur der Ansaat und der Selbstberasung zu danken, sondern einer teilweise entwickelten Weidetechnik (Umtriebsweide mit ihren Kunstgriffen, Rationsweide mit Elektrozaun); bei regelmäßiger Nachmahd fehlen auch die Selektionsunkräuter. Wo diese schonende Art der Weidelenkung nicht durchgeführt wird, begegnen wir sofort den hinlänglich bekannten Überweidungsfolgen; nirgends sahen wir so auffällige Vergleichsbeispiele für die entscheidende Wirkung des Weideverfahrens auf Entwicklung, Leistung und Dauer der Grasnarbe. Von einigen Landwirten wird die Möglichkeit hochwertiger Dauerweiden, richtige Behandlung vorausgesetzt, durchaus bejaht.

Die Luzerne tritt zurück, nicht weil sie nicht gedeihen würde, sondern weil man hier ihren Empfindlichkeiten mehr Rechnung tragen muß; sie bedarf, soll sie nicht rasch vergrasen oder ganz verschwinden, vor der Weidenutzung einer längeren Zeit des Fußfassens als der Rotklee, ein wirtschaftlicher Nachteil. Wenn überhaupt, wird sie als dreischnittige Mäheluzerne angebaut und nur zeitweilig mit Vorsicht beweidet; so gelingt es, sie wesentlich länger zu erhalten als bei der reinen Weidenutzung des Nordens.

Einige als *PINUS*-Schonung eingezäunte „rulo“-Hügel bestätigten die bisherigen Beobachtungen; die Fernhaltung des Weideviehs läßt bei einigermaßen tiefgründigem Boden mindestens *DACTYLIS*, *ARRHENATHERUM*, *HOLCUS LANATUS*, *TRIFOLIUM* und *MEDICAGO*-Arten im Winter und Vorsommer so weit gedeihen, daß ein hoher Bestand (Abb. 12) in den Hochsommer geht und die Pflanzen nicht den Dürretod sterben. Wo man sich mit der Tatsache abfindet, daß im Sommer kein Wachstum stattfindet und ein Kahlfraß verheerend wirken muß, lassen sich die bei Vergel geschilderten Erfolge sicher auf ausgedehnten Flächen erzielen. Die vordringliche Bedeutung von Windschutz gegen den Süder wird stark betont. — In einer Schonung auf Flußschotter fand sich ein gutes Beispiel bodenständiger Vegetation von Horstgräsern („Coiron“, hier vornehmlich *FESTUCA ACANTHOPHYLLA*).

Betrieb N. Großbetrieb westlich Los Angeles, mit 5600 ha, wovon bisher nur etwa 600 ha bewässerungsfähig sind. Wie D und F befindet sich auch dieser Betrieb in der Reorganisation, der die Aufnahme umfangreichen Zuckerrübenbaues das Gepräge gibt. Der vorherrschende, über bindigerem Material liegende und in tieferer Lage grundfeuchte Feinsandboden der „Serie Santa Fé“ (5) stellt eine Ausnahme im Gebiet dar. Etwa 2600 ha sind noch nicht in voller landwirtschaftlicher Nutzung. Soweit man angesichts der laufenden Umstellung von einem Fruchtfolgegrundriß sprechen kann, besteht er in: Blattfrucht - Blattfrucht - Getreide - 2-6 Jahren Weide. Der hohe Blattfruchtanteil ist durch den Selbstversorgerbedarf an Körnerhülsenfrucht und durch den Zuckerrübenbau bedingt. Der Viehbesatz an

Milch-, Jung- und Mastvieh ist etwa durchschnittlich, die Kühe werden zum größeren Teil ganzjährig gemolken, für die Hälfte besteht Möglichkeit des Einstallens. Die Milchleistung ist der trotz Heuzukaufs unzureichenden Futtergrundlage wegen noch gering.

Die großen Unterschiede zwischen Wasserland, ausreichend frischen, tiefgründigen und wenig günstigen Trockenflächen („rulos“) zwingt zu einer weitgehenden Anpassung besonders im Futterbau. Auf dem intensiv zu bewirtschaftenden Wasserland folgen auf Doppelhackfrucht/Getreide 2 Jahre reine Rotkleeweide. Auf den besseren rulo-Flächen werden an ein ähnliches Marktfruchtglied 3 Weidejahre angehängt, und zwar mit Rotklee und *ARRHENATHERUM*. Auf der Restfläche ist je nach Boden vorgesehen: Blattfrucht oder Brache/Weizen oder Roggen/4—5 Jahre Weide mit *DACTYLIS*, *ARRHENATHERUM* und Rotklee. Ob die Arten für sich oder im Gemisch angesät werden, ist insofern nicht entscheidend, als sich doch sehr bald die am meisten standortgemäße Art durchsetzt, an feuchteren Stellen der Klee, an trockeneren die Gräser. Wie man sieht, beginnen die Gräser eine dem Rotklee gleichwertige Rolle zu spielen und bei Versagen oder Schwinden des Rotkleees an seine Stelle zu treten. Luzerne ist nach bisherigen Erfahrungen auf Trockenland nicht sicher genug.

Auch hier bestätigen unsere Beobachtungen auf den trockeneren, höher gelegenen rulo-Flächen die früheren durchaus. Zeitweilige Schonung (und nach Möglichkeit Düngung) vorausgesetzt, dürften auf den weizenfähigen Flächen Gräser wie *DACTYLIS*, *ARRHENATHERUM* (und die neu einzubürgernden Arten, S. 100) zu halten sein. — Die bisherige Nutzungsweise leidet besonders unter den sehr großen Potreros, die selektive Weidewirkungen unvermeidlich machen; Verkleinerung und geregelter Umtrieb sind geplant; der Rübenbau wird als ergiebige Feldfutterquelle ebenfalls die Weidefläche in schonbedürftigen Zeiten entlasten.

Mit dem Betrieb O wird der Wandel der Standortverhältnisse besonders deutlich. Die Niederschläge erreichen 1600 mm, die Temperatur ist merklich niedriger als bei der Gruppe M-N. Es können bestenfalls noch 2 Monate als trocken gelten. Urvegetation im Längstal ist der aus sommer- und immergrünen, hochwüchsigen Bäumen gemischte Roble-Laurel-Wald (S. 90). Indes reichen Vorposten des Regenwaldes von beiden Kordillern her schon nahe an die Längstalebene heran und mit einigen, landwirtschaftlich bedeutsamen Zügen (Bambus-Unterwuchs, S. 116) in die Landstriche am Kordillerefuß hinein. Der sommerliche Futterwuchs beginnt von der Bewässerungsmöglichkeit unabhängig, die winterliche Wachstumsruhe dagegen zum wichtigeren Problem zu werden.

Von den 3200 ha des Betriebes O sind rund 3000 ha ackerfähig und 1900 auch noch bewässerbar. Bei Getreide ist jedoch Bewässerung im allgemeinen nicht mehr notwendig, bei anderen Kulturen nur nach mehrwöchigen Trockenperioden (daß Bewässerung im richtigen Augenblick auch noch weiter im Süden lohnend sein kann, überrascht nach den Erfahrungen selbst in Deutschland nicht; indes ist sie nicht mehr so entscheidende Lebensfrage wie noch am Rio Maule).

Das Anbauverhältnis entspricht einer einfachen Wechselwirtschaft: 1 Jahr Getreide und geringe Blattfruchtflächen / 4—6 Jahre Weide. Mit

dem Rotklee werden grundsätzlich auch Gräser (*LOLIUM*, *DACTYLIS*, *ARRHENATHERUM*) ausgesät. Wo und solange der Rotklee, besonders im 1. Jahre, gut steht, wird er gemäht, jährlich etwa $\frac{1}{8}$ der Grünfläche. Eine wichtige Ergänzung bildet der uns hier in größerem Umfang begegnende Grünhafer, der einmal abgeweidet, anschließend als Silofutter oder Kornhafer gewonnen wird. Doch ist die Feldfutterfläche noch zu gering, um alle zeitlichen Futterlücken auszufüllen; so ist, obwohl Stallraum genügend vorhanden, ganzjähriges Melken nur für einen Teil des Bestandes möglich.

Die Weiden werden nach Möglichkeit im geregelten Umtrieb genutzt; Schwierigkeiten ergeben sich noch aus der sehr verschiedenen Potrero-Größe. Trotz des natürlich auch hier unvermeidlichen Schwindens des Rotklees ist die Grasnarbe älterer Koppeln meist besser als in den meisten bisher besprochenen Fällen, weil die mitangesäten Gräser an die Stelle des Rotklees treten können. Wo in Hofnähe geregelte Schonung möglich ist, finden sich ausgesprochen gute, an *LOLIUM*, *DACTYLIS* und spontanen Kleearten reiche Narben. Hofferne Potreros sehen — wie überall — weniger gut aus; Anlaß für ihr langes Durchhalten ist der Wunsch nach stärkerer Humusspeicherung; ob sie immer erreicht wird, mag dahingestellt bleiben. Stark beanspruchte Weiden produzieren unterirdisch sehr wenig organische Substanz. Daß Stallmist bzw. Düngung allgemein die Voraussetzung für noch bessere, kleereichere Weidenarben sein würde, ist hier wohlbekannt.

4. Osorno — Llanquihue

Vom Kern des Regenschattengebietes um La Unión-Osorno wächst der Jahresniederschlag von unter 1300 mm in allen Richtungen auch im Längstal schnell auf 2000 und mehr mm an, die Temperaturen liegen um 11°. Das Klima wird (5) als Regenklima, als ein „gemäßigtes Westküstenklima mit mediterranem Einschlag“ umschrieben.

Von „trockenen“ Monaten in unserem Sinne ist hier nicht mehr zu sprechen (was Regenklemmen in manchen Jahren nicht ausschließt) und die in M-O angebahte Wandlung der futterbaulichen Probleme ist hier vollzogen: Es sind die fast 6 Monate erreichende Dauer der Wachstumsruhe einerseits, die Schwierigkeiten der Heuwerbung im Sommer andererseits. Das bisher noch vorherrschende Fehlen von Stallbauten und ausreichenden Stallfutterreserven schließt nicht nur eine gleichmäßige Milchproduktion aus, sondern gefährdet den Bestand der ununterbrochen beanspruchten Weiden. Gerade in den Zeiten der Wachstumsruhe, in der sie der Schonung bedürften, werden sie bei regenfeuchtem Boden dauernd betreten.

Soweit keine Staunässe wirksam ist, herrschen Braunerden und schwach gebleichte Braunerden vor; *Matthei* (10) deutet die Böden der Llanos im Kerngebiet als feuchte Prärieböden. Der Oberboden ist oft ungewöhnlich tiefgründig und humusreich, meist dunkel- bis schwarzbraun. Zu der glazialen bzw. fluvioglazialen Grundlage gesellte sich ein hoher Beitrag feinkörniger vulkanischer Asche. Unter den hohen Niederschlägen ist der Boden mehr oder minder an Basen verarmt und schwach bis deutlich sauer

(pH 6—4,8). Eine weitere Gliederung der „Trumaos“ findet sich in (4). Je nach Urvegetation, Ausgangsgestein und Relief finden sich mancherlei Abwandlungen des (vorwiegend hohen) Fruchtbarkeitsgrades und der Erosionsgefährdung. Alle Trumaos entsprechen höchsten ackerbaulichen Anforderungen.

Eine auch flächenmäßig bedeutsame Rolle spielt der Grundwasserboden der „Ñadis“, ausgedehnter Senken mit verlangsamttem Abfluß. Da das Wasser in Bewegung bleibt und im Sommer teilweise verschwindet, kommt es nicht zur Moorbildung. Es findet sich lediglich eine seichte, stark saure Rohhumuslage unter einer bruchwaldähnlichen Vegetation nässeholder Gehölze und Kräuter. Nach Entwässerung, Kalkung und Düngung wird der Ñadi-Boden ganz brauchbar.

Mit Annäherung an die Küstenkordillere begegnen uns nochmals stark erodierte Böden, die sich in der praktischen Auswirkung mit den früher (S. 106) beschriebenen vergleichen lassen.

Leitende Urvegetation in diesem Hauptgebiet deutschstämmiger Siedlung ist noch der Roble-Laurel-Wald, im trockensten Teil um La Unión wohl eine offene Parklandschaft. Andererseits finden sich in den noch vorhandenen Waldresten schon viele Übergänge zum immergrünen Regenwald. Ñadis durchziehen den Ostteil des Gebietes in einem breiten Streifen.

a) Natürliche Futterquellen.

Im ganzen hat das Vorherrschen hochwertiger Böden dazu geführt, daß die Urvegetation dem Pflug fast überall gewichen ist. Wo sich indessen auf weniger wertvollen Böden Waldreste mit stärkerem Einschlag des Regenwaldes finden, begegnet uns schon mehr der als Futter nutzbare Unterwuchs von Bambusgewächsen der Gattung *CHUSQUEA* („Quila“). Praktisch sind zwei Artengruppen zu unterscheiden: „Colihue“, geradschäftig aufrechtwachsende, unverzweigte Formen (Abb. 13), und eigentliche „Quila“ mit fein verzweigten, z. T. kletternden Halmen. Beide Formen neigen zur Ausbildung fast undurchdringlicher Gebüsche, die den Waldrändern und dem Waldinnern ein sehr charakteristisches Gepräge verleihen. Die im Griff ziemlich harten Blätter stellen ein von Rindern geschätztes Winterfutter dar. Die Tiere fressen sich in die „Quilantos“ geradezu hinein, soweit sie die Blätter erreichen können; so entsteht ein zusammenhängendes Gewirre niedriger, tunnelartiger Gänge, die zugleich einen Wetterschutz darstellen und nicht vorhandene Ställe ersetzen müssen.

Eine allerdings minderwertige natürliche Futterquelle bildet auch die Vegetation noch nicht entwässerter Ñadis (Abb. 14), außer einigen Gehölzen mit nutzbarem Laub Quila-, *JUNCUS*-, *CAREX*-, *CYPERUS*-, *FESTUCA*-, *DANTHONIA*-Arten usw. Bei Entwässerung und intensiver Beweidung entwickeln sich, falls nicht gepflügt und angesät wird, binsenreiche Magerweiden mit adventiven Gräsern und Kräutern.

b) Angesäte Futterflächen.

Der eigentliche Futterbau des Gebietes läßt eine Eigenart des chilenischen Futterbaues schlechthin besonders deutlich erkennen: Die Neigung zur Beschränkung des Anbaues auf jeweils einzelne Arten in Reinsaat. Da

sich einheimische Arten als ungeeignet erwiesen, griff man zu Importsaaten und hier kann man sich des Eindrucks nicht erwehren, daß bei der Wahl der Arten der Zufall eine erhebliche Rolle gespielt hat. Sehen wir von ganz unverständlichen Einfuhren wie der von *CIRSIUM LANCEOLATUM* ab, so überrascht die überragende Bedeutung, die *HOLCUS LANATUS* ehemals als die Ansaatpflanze im Süden gehabt hat. Möglich ist allerdings, daß die Anspruchslosigkeit der Art sie (ähnlich wie in Teilen Großbritanniens) so beliebt gemacht hat. Neuansaaten von *HOLCUS* sind wir jetzt allerdings nur noch in Kordillerenbetrieben begegnet. Das führende Gras ist heute *DACTYLIS* und erst allmählich erringt der Rotklee eine ähnlich wichtige Stellung. Daneben bürgern sich auch die *LOLIUM*-Arten ein, wobei das hochwüchsige *LOLIUM MULTIFLORUM* trotz seiner Kurzlebigkeit oft höher als das geborene Weidegras *LOLIUM PERENNE* geschätzt wird. Noch geringere Wertschätzung genießt der in allen Weidegebieten der gemäßigten Klimate für unentbehrlich gehaltene Weißklee (*TRIFOLIUM REPENS*), weil er „seiner Kleinheit wegen zu wenig ausgiebig“ sei (Martin (9)). Hier ist zu erwähnen, daß der Typus der westeuropäischen Fettweiden in unserem Gebiet sehr wohl existenzfähig ist. W. Davies (19) stellte unter ganz ähnlichen Verhältnissen im argentinischen Grenzgebiet sogar eine „typisch britische Weideflora“ fest. — Der Verzicht auf rasenschließende, biß- und trittfeste Untergräser und Kleearten zugunsten hochwüchsiger Arten gibt eine Teilerklärung für das auch hier seltene Vorkommen wirklich geschlossener Weidegrasnarben.

Nördlich von Osorno finden sich unter weniger humiden, vom Gesamtbereich deutlich abweichenden Klimaverhältnissen die „Llanos“ mit der „Pampa Negrón“, einer von altersher offenen Landschaft; bezeichnend sind einige so weit südlich sonst kaum mehr anzutreffende Hartlaubgehölze. Der Ackerbau der Umgebung zeigt manche Züge unserer „Börden“, erstaunlich hohe Weizenrerträge, Braugersten hoher Qualität, meist günstige Erntewitterung. Hier können nochmals 1—2 Monate als trocken gelten.

Betrieb P, am Südrand dieser Enklave liegend, betreibt auf 1000 ha die einfache Wechselfolge: Weizen / 6 Jahre Weide (vereinzelt bis 8 Jahre ausgedehnt). Feldfutterbau, Milchvieh und Ställe fehlen, Jung- bzw. Mastviehhaltung zeigen den niedrigsten Viehbesatz der um Osorno besichtigten Betriebe.

Rotklee und *DACTYLIS* werden gleichzeitig mit dem Weizen ausgesät, nach der Weizenernte setzt die Beweidung frühestmöglich ein. Rosettenwüchsige Unkräuter (*TARAXACUM*, *PLANTAGO LANCEOLATA*, *HYPOCHOERIS*, ferner *RUMEX ACETOSELLA*) sind besonders nach dem Schwinden des Rotklees reichlich zu finden.

Die Ähnlichkeit der Betriebsstruktur mit der im Hügelland von Malleco (S. 107) üblichen ist trotz des sehr viel besseren, wenig erodierten Bodens unverkennbar. Unweit des Betriebes wird diese Ähnlichkeit auf den „Llanos altos“ übrigens vollständig: Stark erodierte, im Unterboden wieder rötlich getönte Böden, durch übertriebenen Schafweidegang starker Erosion ausgesetzt und weithin mit Disteln, Brombeeren und anderen Selektionsunkräutern bedeckt. Hier vermögen Futteransaaten nur kurze Zeit zu dauern, der Ackerbau verlangt starke Düngung; so treten auch Auffor-

stungen wieder stärker in Erscheinung. — In den oft überschwemmten Vegas des Rahue-Tals südlich von P ist das Unikum einer wirklichen, mindestens seit 40 Jahren nicht umgebrochenen Dauerweide gegeben. Hier zwingt die zeitweilige Überschwemmung oder doch starke Bodendurchfeuchtung zu einer unfreiwilligen Schonung im Nachwinter und Frühjahr. Der Erfolg zeigt sich in der Bildung einer vielseitigen und leistungsfähigen Weidenarbe.

Betrieb Q, südlich Osorno im Kerngebiet der Rinderzucht, umfaßt 1700 ha, davon neben etwas Wald und noch nicht gesäuberten Flächen, z. T. mit Quila-Weiden, etwa 1100 ha Pflugland. Es wird in der Folge: Weizen / Hafer / 6 Jahre Weide bewirtschaftet. Für die Folge Weizen - Hafer sprechen 2 gewichtige Gründe:

1. Bei Einsaat der Kleegrasmischung in den Weizen wird in der sehr wüchsigsten Lage entweder dieser bedrängt oder das Klee gras erstickt. Der Hafer als Deckfrucht wird aber beweidet und dann mit dem heranwachsenden Klee gras gemäht, so daß beide Nachteile vermieden werden.
2. Der „Wurm“ tritt weniger auf als nach Weizen oder überhaupt nicht.

Schäden durch den „W u r m“ treten im Bereich der nicht bewässerungs-fähigen Wechselweiden in großem, stellenweise gefährlichem Umfange auf (Abb. 15). Es handelt sich um mehrere Schädlinge, von denen „Cuncunilla“, eine Eulenraupe, und „Gusano blanco“, der Engerling eines Blatt-hornkäfers, besonders hervorzuheben sind. Teils werden Keimlinge und Jungpflanzen, teils die Wurzeln älterer Pflanzen bis zur Vernichtung geschädigt und nur wenige Pflanzen (Luzerne, *ARRHENATHERUM*, *FESTUCA ARUNDINACEA*) gelten als mehr oder minder resistent. Die Bekämpfung wird mit Insektiziden bzw. auf biologischem Wege (durch Übertragung der „milking disease“) versucht.

Die Tatsache, daß die Schädlinge in nicht gepflügten Grasnarben (unter Bäumen, an Zäunen usw.) unbekannt sind, deutet auf einen ursächlichen Zusammenhang mit der Wechselwirtschaft hin; das angeblich seltenere Vorkommen bei der Folge Weizen - Hafer - Weide und anderen mehrfelderigen Ackerfolgen läßt ebenfalls wirtschaftseigene Kampfmöglichkeiten erkennen. Bewässerung soll nur die Cuncunilla, nicht den Gusano vertreiben, doch konnten wir in keinem Fall Schäden auf Wasserland beobachten.

Die Folge Weizen - Hafer - Weide ist im Osorniner Gebiet zwar nicht die Regel, aber doch häufig. Der auch im Winter blattreiche und frischgrüne Hafer liefert zunächst Weide, im Sommer einen Heuschnitt zusammen mit der herangewachsenen Einsaat. Des häufigen Regens wegen wird er in Q aufgereutert. Es folgt Nachweide, in den folgenden 6—8 Jahren reiner Weidegang. Eingesät werden Rotklee, *DACTYLIS* und *LOLIUM MULTIFLORUM*. Da der Betrieb seine Potreros ständig weiter verkleinert und vermehrt, ist ein verhältnismäßig schonender Umtrieb möglich. Dies und rechtzeitige Ergänzung des Rotklee durch wenigstens 2 Grasarten hat den Erfolg, daß Lücken und Unkrautrossetten verhältnismäßig selten sind. Betrieb R, östlich Osorno, verfolgt bei ähnlicher Größe und Flächenaufteilung auch ganz ähnliche Verfahren und Ziele wie Q. Angesät werden Rotklee, *DACTYLIS* und *LOLIUM PERENNE*, zum Teil ebenfalls un-

ter Hafer mit der anschließenden Weide- und Mähenutzung. Da bereits 40 Potreros vorhanden sind, ältere Wechselweiden sogar Guanodüngung erhalten, wird eine Dauer befriedigender Grasnarben selbst bis zu 15 Jahren erreicht. Weitere Unterteilung wird angestrebt, denn „Los cercos engordan los animales“ (= die Einzäunungen machen das Vieh fett!). Neben dem Grünhafer wird zunehmend Futterkohl als Winterfutter gebaut.

Immerhin reicht dies, zumal Stallraum erst geplant oder im Bau, in Q und R nicht aus, um einen größeren Teil des Milchviehs auch im Winter zu melken. Die Bedeutung von Stallbauten, Winterfutterreserven und geregelter Umtriebsweide wird aber stark betont.

Betrieb S, einige km westlich des Llanquihue-Sees, umfaßt 2400 ha, und zwar z. T. auf den hochwertigen Ackerböden der Roble-Laurel-Landschaft, z. T. im Ñadi Frutillar und auf Regenwaldboden. So nehmen Wald, Bruchwald, Quilabestände und binsenreiche Ñadi-Rasen als Winterweide etwa 900 ha ein; die Melioration von Ñadi-Flächen ist in Angriff genommen; hier scheint *DACTYLIS* recht gut zu gedeihen. Die restlichen 1500 ha Pflugland tragen die einfache Wechselfolge: Getreide (mit kleinem Anteil Blattfrucht) / 4—6 Jahre Wechselweide. Bisher wurde reiner Rotklee angesät, jetzt auch *DACTYLIS* und *LOLIUM PERENNE*, alles mit erstaunlich geringen Saatmengen. Nach der Weizenernte wird die Neuansaat sehr schonend, mit 2 mehrmonatigen Ruhepausen, behandelt; im 2. Jahr Mähenutzung, in den weiteren Jahren Weidegang. — Auch hier reichen Stallungen, Feldfutterbau (etwas Futterkohl und Runkeln) und Winterweidemöglichkeiten noch nicht zum ganzjährigen Melken aus.

Nach freundlicher Angabe des Nestle-Milchverarbeitungswerkes Osorno stehen im Einzugsgebiet Ställe nur für 22% der Kühe, einfacher Watterschutz für 58% zur Verfügung; 19% der Kühe stehen ganzjährig im Freien. Im Hochwinter fallen als Minimum nur 10% der sommerlichen Höchstanlieferung von Milch an, zumal kaum $\frac{1}{3}$ der Betriebe Wintermilch liefert.

Die besten Weidenarben beobachteten wir in den kleineren (70—120 ha-) Betrieben am Westufer des Llanquihue-Sees. Die praktisch spätfrostfreie Lage begünstigt ausgedehnten Kartoffelbau, dessen Stallmistbedarf aus der verbreiteten Stallhaltung gedeckt wird. Dazu werden nicht nur die Marktfrüchte, sondern hier — ein fast einmaliger Fall — auch die Wechselweiden vielfach mit Phosphaten gedüngt. So sahen wir ausgezeichnete, an *LOLIUM PERENNE*, *DACTYLIS* und *TRIFOLIUM REPENS* reiche Bestände, die in Dichte und Zusammensetzung an westeuropäische Weiden erinnerten.

Allgemein begünstigen Boden und Klima des Osorniner Gebietes eine recht gute Selbsttherasung, sofern übermäßige Nutzung vermieden und der starken Phosphat- und Kalkverarmung der Böden entgegengewirkt wird. *TRIFOLIUM PRATENSE*, *T. REPENS*, stellenweise *LOTUS ULIGINOSUS*, allgemein *DACTYLIS*, die *LOLIUM*-Arten, *ARRHENATHERUM*, *AGROSTIS SP.* vermögen ausgezeichnet zu gedeihen. Die meisten Arten bleiben auch wintergrün — eine gefährliche Verlockung zur Überbeweidung! —

Wo es an Schonung und Düngung fehlt, ist allerdings auch hier rasches Versagen der besseren Futterpflanzen zu beobachten und damit das Vor-

dringen ungenießbarer Arten, der Rosetten- und Lückenpflanzen; außer früher schon genannten ist stellenweise besonders lästig *CHRYSANTHEMUM LEUCANTHEMUM* — fast wie in Egärten des Alpenlandes. — Eine gewisse Kalamität stellt das Überleben von *ARRHENATHERUM* mit Basalzwiebeln (*A. TUBEROSUM* S. *BULBOSUM*, „Pasto cebolla“) dar. In der Weide seiner Frühwüchsigkeit wegen geschätzt, wird es in den Ackerjahren, besonders im Weizen, zur Last. Im Gegensatz zu den anderen Futterpflanzen erliegt es dank seiner Reservespeicher der Ackernutzung nicht. Wir sehen hier eine Parallele zu Erfahrungen in europäischen Wechselwirtschaftsgebieten, in denen Schadwirkung bodenbewohnender Larven (hier des „Wurms“) und Schädigung der Ackerjahre durch zähelebige Grünlandpflanzen (hier *CHRYSANTHEMUM*) ebenfalls oft zusammen auftreten.

5. Kordillerefuß

Wir haben die am Fuß der Kordillere gelegenen, neben Viehhaltung auch Ackerbau treibenden Fundos zwischen Frontera und Llanquihue bisher nicht berücksichtigt, weil sie einige besondere Züge aufweisen. Sie sind vielfach noch mit der Waldrodung oder doch mit ihren Folgezuständen beschäftigt; im Zusammenhang damit wird die Nutzung der *Quilabestände* (*Quilantos*) zu einem wesentlichen Bestandteil der Betriebsorganisation.

Für die weiterhin zu behandelnden Betriebe liegen genauere Klimadaten nicht vor; der Regenkarte nach empfangen sie zwischen 2000 und 4000 mm Jahresniederschlag. Die Durchschnittstemperaturen sind nicht bekannt, dürften aber angesichts der 600 m nicht überschreitenden Höhenlagen kaum unter 9° liegen. Jedoch scheinen winterliche Morgenfröste und Spätfröste sehr häufig zu sein.

Die Böden an Fuß und Unterhängen der Kordillere stehen ganz unter der Wirkung des Ausgangsgesteins, der Diorite, Andesite und Basalte. In mäßig geneigter Hanglage und bei fortgeschrittener Entwicklung findet sich ein bis zu 1 m tiefer, überaus humusreicher Oberboden. Das andere Extrem stellen ganz unentwickelte Böden auf rezenten Aschenfeldern aus dem vorigen und dem jetzigen Jahrhundert z. B. im Bereich der Vulkane Osorno und Calbuco dar. Alle Böden sind bis auf einen häufig beträchtlichen Kalivorrat basenarm und mehr oder minder sauer.

Urvegetation ist immergrüner Regenwald, beherrscht von *NOTHOFAGUS DOMBEYI* (Coihue, Coigüe). Die hier wirtschaftenden Betriebe unterscheiden sich daher grundsätzlich von denen der Hartlaub-Gehölzzone in der Vorkordillere (S. 99).

Wendet man sich z. B., dem Rio Quepe folgend, von Temuco nach Osten, so treten von Quila umsäumte und durchsetzte Waldstücke mehr und mehr in Erscheinung (Abb. 13). Der Anteil der bewässerten Fläche nimmt, den rasch anwachsenden Niederschlägen entsprechend, ebenso rasch ab. Gerade hier kann man übrigens mit dem Fortfall der Bewässerung starke „Wurm“-Schäden (S. 118, Abb. 15) beobachten. *Quilantos* beginnen die Stütze der Winterfütterung zu bilden.

Betrieb T, Restgut einer großen Rodungsfläche, verfügt über 140 ha Coihue-Wald und Quilantos sowie über 250 ha pflugfähiges, aber noch nicht vollständig von Baumstubben gesäubertes Land. Ein beschränkter Teil entfällt auf ehemalige „prados“, von jeher waldfreie oder doch lichte Flächen, die in manchen Teilen der Kordillere beträchtlich an Raum gewinnen und baumwidriger Wasserführung des Bodens ihr Dasein verdanken dürften.

Sie sind wie die Quilantos zu den natürlichen Futterquellen des Gebietes zu rechnen, im Urzustand mit Horstgräsern, *FESTUCA*-, *STIPA*-, *ANDROPOGON*-Arten, bestanden, in tieferen Lagen jedoch vielfach in die Wechselwirtschaft einbezogen. In T folgen auf dem gesäuberten Ackerland aufeinander: Weizen/Roggen + Gerste/2-3 Jahre Weide. Angesät werden je nach Bodenzustand: Rotklee, *DACTYLIS*, *ARRHENATHERUM* je für sich. Die Futtersaaten werden außer zum Weidegang in den ersten zwei Jahren zur Silierung herangezogen. Der Rotklee schwindet spätestens nach dem 2. Jahr und die minderwertige Selbstberasung zwingt zum baldigen Umbruch. Ein kleiner Teil der Grasansaatn bleibt bei gutem Stand zur Samennutzung stehen. Das bedeutet eine derartige Kräftigung der Bestände, daß die anschließende Weidenutzung wesentlich mehr als auf den übrigen Flächen leistet. Denn diese werden zwangsläufig sehr stark beansprucht umso mehr, als der nährstoffarme Boden ohne Düngung nur geringe Wuchsleistungen zuläßt und das Weideverfahren alles andere als schonend ist. Bei beschränktem Stallraum und praktisch fehlendem Feldfutterbau wird im Winter kaum gemolken. Denn die Winterweide im Quilanto stellt doch nur einen Notbehelf dar, auch wenn sie etwa durch das beim Getreidedrusch im Freien zusammengefahrenen Stroh ergänzt wird.

In den Rodungsbetrieben stellen die noch mit starken Baumstümpfen besetzten „tronco“-Flächen ein erhebliches Wirtschaftshindernis dar. — Nach dem Herausschaffen des brauchbaren Holzes und dem Abbrennen des Restes wird gewöhnlich Weizen in die Asche eingebracht und *DACTYLIS* untergesät; auch dieses gedeiht zunächst recht gut, vor allem, wenn es durch Samennutzung eine Schonfrist erhält; später läßt der Wuchs rasch nach.

Eine Wiederholung des Verfahrens ist praktisch nur selten möglich, weil dazu doch regelrecht gepflügt werden müßte, dies aber in dem mit Wurzeln und Stubben durchsetzten Boden auf größte Schwierigkeiten stößt. Auch dort, wo gleichwohl gepflügt und etwa Hafer mit Grasuntersaat eingebracht wird, tragen diese Weiden später meist sehr unbefriedigende Bestände, zumal sie verständlicherweise so lange wie irgend möglich genutzt werden. In dem zunächst üppigen Wuchs des auch hier wintergrünen Grasses liegt eine gewisse Verlockung zur Erhöhung der Viehbestände, die dann — wenn nicht ständig neue Rodungsflächen verfügbar werden — bei nachlassendem Graswuchs zur Überbeweidung führt.

Zugleich mit dem nachlassenden Wuchs der Einsaat beginnt Wiederbewaldung bzw. Wiederbesiedlung mit Quila. Nicht selten wird der Neuausschlag periodisch niedergebrannt, um frischen Quila-Wuchs zu begünstigen. Über das Phänomen des nur alle 15—20 Jahre eintretenden Blühens, Aussamens und Absterbens der Quila mit seinen Fernwirkungen berichten viele Quellen (z. B. 13).

Betrieb U, nahe dem Villarica-See, bewirtschaftet 4900 ha, davon 1600 ha Wald und mehr als 1200 ha an Quila reiche Naturweiden. 2000 ha sind unter dem Pfluge. Auf Getreide mit kleinen Flächen von Blattfrucht folgt nochmals Getreide, dann durchschnittlich 4-5 (vereinzelt bis 10) Jahre Klee gras (Rotklee, *DACTYLIS*, *ARRHENATHERUM*). Die Verlängerung guten Wuchses durch ein so einfaches Verfahren wie Jauchedüngung ist augenfällig.

Soweit lohnend, wird im ersten Klee grasjahr Heu geworben, weiterhin bei rasch abnehmendem Kleewuchs geweidet. Neuzeitlicher Weideumtrieb mit Gruppenteilung des Weideviehs ist bei fortschreitender Verkleinerung der Potrereros in der Entwicklung. Im Winter erhalten nur die dann gemolkenen Kühe zusätzlich Silage, Rüben, Futterkohl, Heu und Kraftfutter; die trockengestellten Kühe, Jungvieh usw. weiden in den Quilantos. Diese haben zum Teil Nadi-artigen Charakter; aber auch die im Prinzip ackerfähigen Flächen werden nicht gepflügt, da man auf die Quilaweide angewiesen ist. Andererseits stellt die winterliche Nässe gerade der Quila-Weiden zweifellos das schwierigste Problem des Betriebes dar.

Wie vielfach im ganzen Lande wird auch hier eine erstaunlich große Ziegenherde gehalten; ihre Aufgabe stellt die Niederhaltung der Brombeere auf den Weiden dar, eine originelle Form „biologischer Unkrautbekämpfung“; sie hat den Nachteil, daß sich der Ziegenfraß nicht nur auf die Brombeere beschränkt.

Betrieb V, ebenfalls am Villarica-See, umfaßt 4000 ha, wovon rund 1000 ha Wald, rund 2000 ha busch- und Quila-reiche Naturweiden und 1000 ha Ackerland sind. In der einfachen Wechselwirtschaft folgen auf 1 Getreidejahr mit einem beschränkten Blattfruchtbau 3—4 Jahre Klee grasweide (Rotklee, *DACTYLIS*, z.T. *ARRHENATHERUM*). Der Kleewuchs versagt hier trotz eines relativ schonenden Mähweidewechsels im ersten Jahre sehr rasch, so daß schon im 2. Jahr ein starker Leistungsabfall der Weiden eintritt, zumal sie auch im Winter genutzt werden müssen. Dabei schwindet auch *DACTYLIS* mehr und mehr, ersetzt durch selbstberasendes *HOLCUS LANATUS*, oft mit vielen Binsen. Auch hier ist der Übergang zu schonenden Weideverfahren in der Entwicklung, zudem wird erstmalig mit der Düngung der Weiden begonnen. Beim bisherigen Zustand ist der Umbruch nach 3 bis 4 Jahren unvermeidlich, obwohl man bei der verhältnismäßig kurzen Rotation eine deutlichere Nachwirkung der reichlichen Phosphat- und Kalkdüngung des Getreidejahres erwarten sollte. Phosphat- und Kalkmangel scheinen im Kordillerenbereich noch ausgeprägter zu sein als im Längstal, sowohl des Ausgangsgesteins wie der höheren Niederschläge wegen. Die Hauptschwierigkeiten liegen wiederum in den großen Mängeln der Winterweide, sei es im Quilanto, auf der Busch- oder auf der Ansaatweide. Immerhin ermöglichen der hier größere Anbau von Feldfutter, darunter auch Silomais und Grünhafer, die große Ausdehnung der Naturweiden und ein nicht übersetzter Viehstand ein umfangreicheres Durchhalten der Milchleistung im Winter. Ziegen werden als Weidepolizei auch hier gehalten.

In U und V ergibt die Beobachtung von aus verschiedenen Gründen vom Weidegang ausgeschlossenen Flächen (Samenbauflächen, Parkrasen,

schmale Streifen an den Zäunen), daß mindestens *DACTYLIS* bei Schonung auch ohne Düngung volle Wüchsigkeit entfaltet, wie anderseits überbeanspruchte Weideteile absolute Kahlfraßschäden zeigen.

Betrieb W, etwa 200 km südlich von U und V am Todos los Santos-See gelegen, wurde und wird unter sehr hohen Niederschlägen (nach der Karte zwischen 3000 und 4000 mm) aus dem immergrünen Regenwald entwickelt. Die fast ebenen Teile des Talbodens tragen einen wenig entwickelten, schwarzen, sandig-grusigen Boden auf vulkanischer Asche; er ist kalireich, aber sauer und sehr phosphatarm, nach der Rodung wenig wüchsig. Die Grenzen verlaufen z. T. über der Vegetationsgrenze am Puntiajudo-Massiv; vegetationsbedeckt und in irgendeiner Form nutzbar mögen 7000 ha sein. Hiervon sind bisher etwa 600 ha gerodet und mehr oder minder gesäubert. Die wirtschaftliche Lage ist dadurch gekennzeichnet, daß bis zur nächsten Bahnstation und Marktstadt etwa 16 km Wasserweg und 70 km Landweg zurückzulegen sind, voluminöse Erzeugnisse wie Holz oder leicht verderbliche wie Milch also nicht verwertbar sind. Der Markt wird daher nur mit Käse und Rindern beliefert. Alle anderen Erzeugnisse dienen der Selbstversorgung, wie der Betrieb anderseits weitgehend autark sein muß (Mühle, Bäckerei, Werkstätten, Kistenfabrikation).

Von der gesäuberten Fläche (600 ha) nehmen Getreide und Kartoffeln als Nährfrüchte 3—4%, Silomais und Grünhafer als Futterpflanzen 10—12% ein, der Rest besteht in Weiden sehr verschiedenen Charakters. Die übrigen 6400 ha tragen Urwald, der in sehr verschiedenem Maße zugänglich und mit Quila durchsetzt ist.

Rodung und Säuberung vollziehen sich in verschiedenen Abschnitten (Abb. 16). Auf geeigneten Flächen werden nach vollständiger Säuberung anspruchsvollere Früchte in der Folge Kartoffel/Mais/Weizen gebaut; der Mais ist hier weitgehend vor Spätfrösten sicher. Auf den weiteren Flächen erfolgen in Grünhafer Einsaaten von *HOLCUS LANATUS*, aber auch von Rotklee und *DACTYLIS*. Der Hafer wird einmal ausgangs Winter abgeweidet, 4—5 Monate später als Heu geworben; dann folgt von Ruhezeiten unterbrochener Weidegang oder auch noch ein Siloschnitt.

Über die weitere Weidenutzung entscheidet der Zustand der Flächen; auf voll gesäubertem Land wird nach durchschnittlich 5 Weidejahren eine Ackernutzung eingeschoben, nicht gesäuberte Weiden müssen 15 Jahre und länger liegen bleiben, weil Stubben und Wurzeln den Umbruch aufs äußerste erschweren. Es ist klar, daß die stark beanspruchten Grasnarben dann verwildern und nur wenig leisten, zumal an eine Düngung nicht zu denken ist.

Rotklee gedeiht gut, mit Teilen sogar bis ins dritte Jahr hinein, von bekannteren Gräsern wachsen außer *HOLCUS* und *DACTYLIS* auch *ARRHENATHERUM (ELATIUS)* und *TUBEROSUM*, sehr gut *BROMUS CARTHARTICUS* („Pasto lanco“), als Verunreinigung in *HOLCUS*-Saat verschleppt.

Bei einiger Schonung verläuft die Selbstberasung, dabei auch *TRIFOLIUM REPENS*, durchaus befriedigend. Drastisches Beispiel für die Wir-

kung von Erholungspausen bietet eine Bergweide, die als Futterreserve bewußt 3 Monate geschont wird; hier gedeiht nicht nur reichlicher Graswuchs, sondern es hat sich vor langer Zeit ausgesäter Abfallrotklee durch Selbstsaat nicht nur gehalten, sondern vermehrt und auf weitere Waldblößen verbreitet.

Die Sommerfütterung für etwa 600 Rinder besteht in Weidegang und nur im Sommer werden etwa 280 Kühe gemolken; die Milch von 7 Monaten wird zu Käse verarbeitet. Trotz der gewaltigen Niederschlagsmenge kann Vorsommertrockenheit (X/XI) Weidewuchs und Milchleistung stark beeinträchtigen.

Das Hauptproblem bildet indes hier wie in ganz Südchile die Winterfütterung. Die Kühe erhalten so weit möglich Silomais, Heu von Grünhafer und von älteren Weiden; im übrigen ist die Waldweide wichtigste Futterquelle, d. h. der Quila-Unterwuchs; in den tieferen Lagen herrschen die stark verzweigten, zarteren Formen vor, in den höheren Berglagen grobe, harte Formen (außer Quila-Arten finden sich wie im ganzen Land auch andere Futterbüsche). Die Nutzbarkeit der Quilantos wird zeitweilig beeinträchtigt, in der wärmeren Jahreszeit durch Stechfliegen, im Winter durch Schnee, namentlich in den höheren Lagen. Immerhin drückt der Schnee die Quila etwas nieder, so daß die Tiere auch vorher unerreichbare Zweige fassen können. Daß die Waldweide ihre besonderen Probleme hat, ist verständlich: Tierverluste sind nicht selten, während unseres Besuches z. B. durch im Sturm niedergebrochene Bäume. Im Frühjahr macht das Zusammenholen der Tiere in den meilenweiten, unübersichtlichen Bergwäldern große Mühe usw.

Der Viehbesatz mag angesichts der gewaltigen Betriebsfläche gering erscheinen; am Zustand der Weideflächen gemessen wirkt er eher zu hoch. Auch hier spielt die unbewußte Überschätzung des hohen Anfangertrages auf der Asche von Neurodungen, der sich später ins Gegenteil verkehrt, seine Rolle.

Unser Betrieb stellt in Organisation und Zielsetzung das extreme Gegenstück des Betriebes A dar. Dort der Bewässerungsfundo am Rande der Halbwüste, der jeden Fußbreit Bodens vollwertig nutzen kann, mit betonter Produktion von Marktfrüchten und hoch entwickelter Frischmilchwirtschaft in Stadtnähe; hier der Rodungsbetrieb, der sich langsam in den Regenwald hineinarbeitet, für den der Ackerbau Nebensache oder notwendiges Übel ist, und die Gesamtfläche, größtenteils Wald und Ödland, einer nur saisonalen Veredelungswirtschaft dient!

Nur eine geringe Entfernung trennt uns hier von einer Landschaft, in der bisher alle Siedlungsversuche scheiterten: Das Gebiet ehemaliger Alerce-(FITZROYA-) Wälder zwischen dem Rio Negro und Puerto Montt.

Es handelt sich um undurchlässige, sehr flachgründige absolute Waldböden; die rücksichtslose Rodung hat hier eine wüste, weithin vernäßte, von Stechginster und anderem Gestrüpp beherrschte Einöde hinterlassen; nur zerfallene Hausreste und verstreute Trupps von Kleinvieh erinnern an die hier überschrittene Grenze landwirtschaftlicher Nutzungsmöglichkeit.

III. Zusammenfassende Betrachtungen.

a) Die natürlichen Futterquellen und der Feldfutterbau.

Unter den natürlichen Futterquellen des nichtgepflügten Bodens in Chile ist gehölzfreies Grasland im europäischen Sinne ausgesprochen selten, da die regelmäßige, den Holzwuchs verhindernde Mahd fehlt. Die 15 Millionen ha, die als natürliches Weideland gerechnet werden, bestehen größtenteils in Wüsten- und Steppenbusch, Niederwald, parkartigen Formationen und Hochwald; fast nur in der Kordillere sind Kraut-Gras-Steppen und andere gehölzarme Grasfluren zu finden. Der Schlußgrad der Gehölze nimmt von Norden nach Süden ständig zu. Die Zahl der von allen oder doch einzelnen Tierarten befressenen Gehölzarten ist sehr groß.

Um La Serena bildet offener Steppenbusch mit kurzlebigem, ganz von den Jahresniederschlägen abhängigem Unterwuchs die Grundlage der Kleinvieh-, besonders der Ziegenhaltung. Im luftfeuchten Küstengebiet und noch mehr in wenig ausgedehnten Strandebenen ist der Futteranfall reichlicher, aber doch auf Wintersende und Frühjahr begrenzt. Das zwingt zur Wanderweidehaltung namentlich der Schafe, die ihr Sommerfutter auf der hochandinen Steppe finden.

In dem großen, nach Süden anschließenden Bereich mit noch mehrmonatiger Sommerdürre weist die Nutzung natürlicher Futterquellen trotz großer Unterschiede von Klima, Relief, Höhenlage und Vegetation viele ähnliche Züge auf. Die Zwergstrauchsteppe wird abgelöst vom sekundären Dornbusch an Stelle des immergrünen Buschwaldes; der Kraut- und Gras-Unterwuchs erreicht mehr und mehr Schluß. Zunehmend verlängert sich auch die produktive Wachstumsperiode dieser Bodenvegetation; sie erlebt häufiger zwei Höhepunkte: im Herbst nach den ersten ergiebigen Regenfällen und, nach langsamem winterlichem Weiterwachsen, wiederum im Frühling und Vorsommer. Je intensiver die Weidenutzung, desto mehr wird die bodenständige Flora durch Adventivpflanzen verdrängt und ersetzt. Die Weidenutzung ist auf Klein- und Jungvieh beschränkt. Die fast völlige Unterbrechung des Futterwuchses im Sommer führt auch hier zu ausgedehnter Wanderweidehaltung, wobei die nach Süden hin an Ausdehnung und Futterleistung zunehmenden andinen Futterflächen als Sommerweide dienen. Futternutzung der geschilderten Art findet sich in der Küstenkordillere, in den Vorbergen der Kordillere, auf den Querriegeln, aber auch auf den Hügeln und den nicht bewässerungsfähigen Flächen der Akaziensteppe im Längstal. Daneben treten in der Kordillere Flächenkomplexe auf, die, von den Talböden bis zu den Hochflächen und Kämmen reichend, Sommer- und Winterweide für Jungvieh zugleich erlauben.

Etwas vom Bio-Bio ab sind vereinzelt Flächen anzutreffen, die fast ganzjährig eine Weidenutzung zulassen. Mit den ersten Vorposten des Regenwaldes in beiden Kordilleren und an ihrem Fuß beginnen die Quila-Arten eine rasch anwachsende Bedeutung als Futterquelle zu gewinnen. Nicht nur Klein- und Jungvieh, sondern auch Kühe weiden nunmehr auf nicht gepflügtem Land. Die Quila-Nutzung wird umso wichtiger, als nicht mehr der Wachstumsstillstand der dünnen Sommermonate, sondern das Ruhen

des Zuwachses offener Weideflächen im naßkalten Winter den Engpaß der Futtermittellieferung darstellt und die Quilanto-Winterweide das zu leisten hat, was z. B. in Deutschland Aufgabe der Winter-Stallfütterung ist. Daneben bleiben in den Regenschattenlagen der Küstenkordillere mindestens bis zum „Llano alto“ westlich La Unión-Osorno ähnliche Verhältnisse bestehen wie weiter im Norden, d. h. Klein- und Jungviehweidenutzung wenig ergiebiger Busch- und Niederwälder.

Die Futternutzung auf unbewässertem, gepflügtem Land ist in dem größeren Teil des Gebietes, soweit die Sommertrockenheit länger als 2—3 Monate andauert, ebenfalls unsicher und wenig ergiebig. Um La Serena beginnt der spekulative Weizenbau; spekulativ insofern, als sein Gelingen völlig von den Zufälligkeiten des Jahresniederschlages abhängig ist. Ihm folgt, bis über den Bio-Bio nach Süden reichend, Stoppelweide, in der die Selbstberasung mit einer kurzlebigen Flora meist adventiver Art zunehmend an Bedeutung gewinnt. Nur auf geringster Fläche beginnt ein tatsächlicher Futterbau, im Norden mit *ATRIPLEX SEMIBACCATA*, versuchsweise auch mit anderen dürrefesten Arten. Bekanntere Futterpflanzen wie die Luzerne können zwar, wenn sie einmal Fuß gefaßt haben, gedeihen; aber die Unsicherheit des Gelingens einer Ansaat ist groß und die üblichen Formen der Weidenutzung lassen eine ausreichende Entwicklung kaum zu. Nur dort, wo eine zeitweilige Schonung der Bestände erfolgt, halten Gräser wie *DACTYLIS* und *ARRHENATHERUM* aus.

Das erste Beispiel eines regelmäßigen Futterbaues stellt die S. 108 geschilderte Verwendung des Inkarnatklees mit mehrmaliger Selbstaussaat dar. Etwa vom Rio Laja an südlich begegnet man bei einigermaßen günstigen Boden-Feuchtigkeitsverhältnissen schon häufiger Gras- und Klee grasbeständen auch auf nicht bewässertem Land und zwischen Bio-Bio und Toltén vollzieht sich rasch der Übergang zur weitgehenden Nutzung des unbewässerten Pfluglandes mit Klee gras- und Gras-Wechselweiden. Dabei spielt *DACTYLIS* die wesentlichste Rolle sowohl als Nachfrucht des Weizens auf frischer Waldrodung wie auf schon länger kultivierten Flächen. Südlich des Querriegels der Quechereguas ist alles Pflugland für Klee grasansaat nutzbar.

Über die tatsächliche Futterleistung des nicht gepflügten und des gepflügten Trockenlandes von Norden bis etwa zum Bio-Bio ist ein zutreffendes Bild kaum zu gewinnen. Der Charakter der Weideflächen mit ihrer von Schritt wechselnden Holzbestockung, dem ebenso stark wechselnden Anteil an wirklichem Öd- und Unland, der Wanderweidebetrieb und die Jahresschwankungen der Witterung machen die üblichen Maßstäbe unbrauchbar. — Legt man die chilenischen Angaben über die verfügbare Weidefläche unter Einrechnung der Gehölze mit etwa 17 bis 20 Millionen ha zugrunde, so ergibt sich für das gesamte Land ein durchschnittlicher Besatz von 0,18—0,22 Großvieheinheiten je ha Futterfläche. In unseren Betriebsbeispielen ist er mehrfach so hoch. Der Schluß liegt nahe, daß er für das nicht gepflügte und das gepflügte Trockenland nördlich des Bio-Bio noch wesentlich geringer als 0,15—0,22 GVE^o/ha ist. Die

^o GVE = Großvieheinheit von 500 kg Lebendgewicht.

S. 94 erwähnte Wanderschäferei unterhält etwa 0,05 GVE/ha; ein Kordillerebetrieb im Bereich des Bio-Bio ebenfalls etwa 0,05 GVE/ha. Auch die allgemeine Einschätzung des Leistungsunterschiedes zwischen unbewässertem und bewässertem Land läßt darauf schließen, daß die Tragfähigkeit des ersteren in den trockeneren Landesteilen nicht über 0,1 GVE/ha hinausgeht.

Dem Futterbau auf dem bewässerten bzw. genügend naturfeuchten Pflugland ist der größte Teil unseres Berichtes gewidmet, und nur für ihn liegen uns zahlenmäßige Angaben, deren Richtigkeit unterstellt werden muß, vor.

Für eine vergleichende Übersicht werden die Betriebsbeispiele wie folgt zusammengestellt:

- A Bewässerungsgebiet La Serena bis Rio Maule
- B Bewässerungsgebiet Rio Itata bis Rio Toltén
- C Hügelland von Malleco
- D Gebiet Osorno - Llanquihue
- E Kordillerefuß südlich des Rio Quepe

Die Gesamtfläche der Betriebe gliedert sich in %:

	Auf- forstung	Trocken- busch	Regenwald, Quilantos	Acker- fähig	Bewässer- bar	Acker- früchte	Mehrfähr. Futter- flächen
A	—	8,8	—	91,2	91,2	45,6	45,6
B	21,0	8,9	0,9	69,2	57,1	18,2	51,0
C	4,0	22,3	—	73,7	2,0	15,4	58,3
D	—	—	30,5	69,5	—	13,4	56,1
E	—	—	65,2	34,8	3,2	9,4	25,4
Mittel	6,6	7,6	16,2	69,6	35,2	21,4	48,2

Die ackerfähige Fläche zerfällt (ohne Wein- und Fruchtgärten) in %:

	Weizen	Anderes Getreide	Legumi- nosen	Kartoffeln, Rüben	Gemüse, Handels- pflanzen	Mähe- futter	Wechsel- weiden
A	20,8	17,6	3,9	5,4	2,3	2,3	47,7
B	8,2	6,5	6,4	5,2	+	0,9	72,8
C	16,4	2,6	1,5	0,2	0,1	—	79,2
D	14,2	4,6	+	0,4	0,2	—	80,6
E	15,4	10,0	+	1,4	0,2	1,1	71,9
Mittel	14,6	9,1	3,0	3,2	0,7	1,3	68,1

Diese Werte bedeuten in % der mit Ackerfrüchten i. e. S. bestellten Fläche:

47,7 29,8 9,8 10,4 2,3

Demgegenüber zeigt die Statistik (S. 92) für das ganze Land in % der bestellten Fläche

65,6 17,8 8,2 4,0 4,4

Eine volle Übereinstimmung zwischen den Landeswerten und Erhebungen auf einigen wenigen Betrieben ist natürlich nicht zu erwarten. Diese Betriebe sind zudem in mehrfacher Hinsicht nicht repräsentativ. In der Bewirtschaftungsintensität liegen sie über dem Durchschnitt; sie zeichnen sich dadurch aus, daß die Bewirtschafter fast ausnahmslos auch auf dem Betrieb wohnen, eine durchaus nicht allgemeingültige Tatsache.

Die auffallende Differenz beim Weizenanteil ergibt sich daraus, daß die nicht bewässerungsfähigen trockenen Landesteile mit ihrer Weizen-Brachweidewirtschaft (S. 98) in unserem Material zu wenig vertreten sind. Andererseits erscheint der Hackfruchtanteil in unserem Material so hoch, weil sich hierin unverhältnismäßig viele zuckerrübenbauende Betriebe befinden.

Die wesentlichen Unterschiede bestehen in der Intensität und Vielseitigkeit des Fruchtbauens; wie steht es mit dem für unser Vorhaben entscheidenden Punkt, dem Verhältnis Marktfrucht : Weideflächen? Dies Verhältnis lautet im Landesdurchschnitt 1949:

23,0% Marktfrucht : 77,0% Wechselweiden + Brache,

in unseren Betrieben:

30,6% : 69,4%,

in weiteren 15 über die bereisten Landesteile verstreuten Bewässerungsbetrieben etwa

30,0% : 70%

In den letzteren beiden Wertpaaren gibt sich wiederum die größere Rolle des Marktfruchtbaues in den Betrieben zu erkennen, in denen Bewässerung oder Klima eine erträgliche Wasserversorgung ermöglichen.

In jedem Fall dominiert die Wechselweide auf dem ackerfähigen Land gegenüber der Marktfrucht, im Landesdurchschnitt im Verhältnis 3,35 : 1. Über die Fruchtfolgeformen im einzelnen berichtet *Matthei* (10). Aus unserem Material ergeben sich folgende Verhältnisse:

Dauer (in Jahren) der

	Fruchtfolge	Acker- nutzung	Weide- nutzung
A	6,9	3,2	3,7
B	6,9	2,0	4,9
C	6,7	1,0	5,7
D	7,3	1,3	6,0
E	5,5	1,5	4,0
Mittel	6,7	2,0	4,7

Theoretisch kommt der Durchschnitt einer 7jährigen Wechselwirtschaftsfolge mit 2 Acker- und 5 Weidejahren nahe; im Landesdurchschnitt ist das Verhältnis weiter.

Die überragende Rolle des Futterbaues auf dem Pflugland wird dadurch betont, daß ein mehr oder minder großer Teil des Hafer- und Maisbaues, aber auch des Rüben- und Kohlanbaues unmittelbar der Fütterung dient. In unseren Betrieben nahmen ein in % der ackerfähigen Fläche (Zuckerrüben mit der Hälfte gerechnet):

	Grünhafer	Silomais	Rübenarten	Futterkohl	Sa.
A	0,8	2,3	0,3	—	3,4
B	2,8	1,0	2,3	—	6,1
C	1,2	+	—	—	1,2
D	4,6	+	0,1	0,2	4,9
E	2,6	0,8	0,4	0,2	4,0
Mittel	2,4	1,0	0,8	0,1	4,3

Das Verhältnis Marktfrucht : Futterbau erweitert sich damit auf 26,2 : 73,8 = 1 : 2,81.

Die mehrjährige Futterfläche gliedert sich in unseren Betrieben nach den hauptsächlichsten Kulturen in %:

	Vorwiegend Mahd	Vorwiegend Weidegang					
	Luzerne, Rotklee Gras	Luzerne	Rotklee	Klee gras	Gras	Inkarnat- klee	Stoppel- Brachweide
A	4,6	34,6	58,4	2,4	—	—	—
B	1,3	—	39,5	59,2	—	—	—
C	—	—	—	—	—	22,8	77,2
D	—	—	16,2	78,9	4,9	—	—
E	1,5	—	11,0	59,0	28,5	—	—
Mittel	1,9	6,2	27,8	44,0	6,0	3,1	11,0

Die Leistung der Futterwirtschaft dieser Betriebe (ohne Berücksichtigung etwaigen Kraftfutteraufwandes) geht, am Viehbesatz gemessen, aus folgender Übersicht hervor:

Besatz in Großvieheinheiten je ha

Gruppe	Gesamte Futterfläche ¹⁾	Reduzierte Futterfläche ²⁾	Feldfutter u. Wechselweiden ³⁾	Wechselweiden allein ⁴⁾
A	1,04	1,27	1,36	1,57
B	0,89	1,00	1,03	1,12
C	0,20	0,28	0,35	0,35
D	0,50	0,59	0,62	0,68
E	0,42	0,70	1,08	1,13
Mittel	0,51	0,70	0,53	0,86

1. schließt alle genutzten Flächen, also auch Quilantos, Buschweide, Ödlandweide ein,
2. Ödland mit 10%, sonstige Busch- und Quila-Weiden mit 25%, Zuckerrübe und Grünhafer mit 50% eingerechnet,
3. Zuckerrübe, Grünhafer, Silomais, Futterkohl, angesäte Klee- und Grasarten sowie Stoppelweiden,
4. angesäte Weiden und Stoppelweiden.

Auch diese Zusammenstellung besitzt den Mangel eines wenig umfangreichen Ausgangsmaterials; indessen gibt sie die Verhältnisse durchaus zutreffend wieder.

b) Die einzelnen Agrarlandschaften

A. Flußoasen und Bewässerungsgebiete von La Serena bis Maule. Das Zusammenwirken eines milden, trockenen Klimas mit verhältnismäßig guten Böden, ebener Lage und ausreichenden Mengen nährstoffreichen Bewässerungswassers ermöglicht einen recht sicheren Futterbau. Grundlage bildet die Luzerne zur Heu-, Grünfutter-, vor allem aber zur Weidenutzung. Sie findet ihre Ergänzung vornehmlich durch Silomais, weniger durch Grüngetreide oder andere ackerbauliche Erzeugnisse. Die gegenüber anderen Gebieten größere Vielseitigkeit, räumliche und zeitliche Ausdehnung des Marktfruchtbaues wirkt sich auch insofern günstig aus, als eine übermäßige Dauer der Futterfläche mit ihrer unaufhaltsamen Verschlechterung seltener ist.

Wo der Boden zu schwer, zu undurchlässig, zu feucht oder zu flachgründig wird, tritt der Rotklee rein oder mit geringer Grasbeigabe an die Stelle der Luzerne (ein in unseren Beispielen weit häufiger als im Landesdurchschnitt vertretenen Fall). Die Ergänzung der Wechselweide durch Heuwerbung und Futtereinsäuerung führt dazu, daß schwerwiegende Probleme der Futtermittellieferung auf dem Bewässerungsland fehlen. Die Leistung der Futterfläche ist daher weit überdurchschnittlich, wenn auch bei weitem nicht optimal. Schwierigkeiten beginnen fühlbar zu werden, wenn dem bewässerten Land größere Anteile nur im Winter nutzbarer Trockenweiden zur Seite treten und zu starker Ausweitung des Viehbesatzes Anlaß geben.

B. Bewässerungsgebiet Rio Itata bis Rio Toltén. Dies Gebiet der Übergänge zeigt bei langsam sinkenden Jahrestemperaturen erheblich anwachsende Niederschläge. Bodenarten und Bodentypen weisen sehr große Unterschiede auf und sind im Fruchtbarkeitsgrad denen von A meist unterlegen; neben teilweise hochwertigen Trumaos stehen sterile Sande und erodierte Rotlehme. Wirkung und Wirtschaftlichkeit der Bewässerung nehmen zum Toltén hin rasch ab.

Namentlich um Los Angeles steht der Landbau auf vergleichsweise hoher Stufe; Aufforstung der „roten Böden“, Vielseitigkeit der Fruchtfolge, Aufnahme des Zuckerrübenbaues sind einige Kennzeichen.

Die Luzerne verschwindet als Weidepflanze, erfährt jedoch in begrenztem Umfange als Mähepflanze die ihr zusagende Behandlung. Neben rei-

nem Rotklee gelangen Klee grasgemische als Wechselweide zur Herrschaft, *DACTYLIS* und nach ihm *ARRHENATHERUM* werden bedeutsam und ermöglichen stellenweise schon die Weidenutzung unbewässerter Flächen. Mit Heuwerbung, Rübenblatt, Grünhafer, Silomais wird die Futtersversorgung wenig wüchsiger Perioden aufgefüllt; die Weidetechnik nähert sich dem geregelten Umtriebsverfahren an, die Anwendung des Elektrozaunes ist nicht mehr selten. In Anbetracht der abnehmenden Gunst von Klima und Boden ist der Viehbesatz bei vielfach überdurchschnittlicher Milchleistung recht hoch.

C. Hügelland von Malleco. Der im Regenschatten liegende Kern des Gebietes läßt nochmals höhere Temperaturen und relativ lange sommerliche Trockenzeiten auftreten. Der vorwiegend hügelige Charakter des Landes beschränkt die Bewässerungsmöglichkeiten auf geringe Flächen. Die bislang herrschenden Formen der Bodennutzung haben zu verheerender Erosion der Rotlehme geführt. Mit seinen Buschwaldresten, den der Krume beraubten Hangböden und der Sommerdürre vermittelt dieser Landstrich ein Bild dessen, was sich auf nahezu 3 Millionen ha der Küstenkordillere und anderer Berg- und Hügellandschaften abspielt.

Der relativ hohe Ackerflächenanteil wird überwiegend in einfachster Wechselwirtschaft genutzt, ähnlich der „wilden Egartwirtschaft“ des Alpenlandes. Auf ein Getreidejahr folgt Stoppel- und Brachweide, hier allerdings mit dürftiger Selbstberasung. Feldfutterbau spielt praktisch kaum eine Rolle; Luzerne, *DACTYLIS*, *ARRHENATHERUM* und andere Gräser würden bei sommerlicher Schonung wohl gedeihen, nicht jedoch bei der vorherrschenden, überanstrengenden Nutzung mit Standweide oder sehr langsamem Umtrieb. In gewissem Umfange hat sich der Inkarnatklee, durch wiederholte Selbstaussaat einige Jahre aushaltend, eingebürgert. Das Fehlen von Futtermitteln und der geringe Futterwuchs des Weidelandes beschränkt die Tierhaltung fast ganz auf Klein-, Jung- und Mastvieh. Der Besatz an Großvieheinheiten je ha ist auch in gut geleiteten Betrieben sehr gering, etwa ein Viertel bis ein Drittel des im bewässerten Land anzutreffenden. Die futterbaulichen Probleme des Trockenlandes stellen sich nochmals in voller Deutlichkeit.

D. Gebiet Osorno-Llanquihue. Das regenreiche Klima, dem immerhin kurzfristige Dürreperioden nicht fremd sind, ermöglicht praktisch überall Gedeihen der Futterpflanzen gemäßiger Zonen ohne zusätzlich Bewässerung. Neben ausgedehnten Flächen meist hochwertiger Waldböden finden sich staunasse Nadis.

Das ackerfähige Land wird in einer hackfruchtarmen Wechselwirtschaft mit weitem Verhältnis zwischen Getreide- und Weidejahren genutzt. Neben starker Verwendung von Hafer als Heu- und Weidepflanze gewinnt Futterkohl an Raum. Doch reicht der zusätzliche Futterbau nicht aus, um eine ganzjährige vollwertige Futtersversorgung zu sichern, zumal die Heuwerbung doch durch Sommerregen schon stark erschwert wird. Zu dieser Erschwerung gesellt sich der schon recht ausgesprochene winterliche Stillstand des Graswuchses. In der Wechselweide spielen einzelne Grasarten, ursprünglich *HOLCUS LANATUS*, dann *DACTYLIS*, noch eine erhebliche

Rolle, wengleich einfache Klee-grasgemische und reiner Rotklee im Vordringen sind. Luzernebau fehlt praktisch ganz, nicht eines zu kalten Winters, sondern der vergrasungsfördernden Feuchtigkeit wegen; die Möglichkeiten der Selbstberasung sind gut. Die winterliche Futterverknappung findet in zunehmendem Maße einen gewissen Ausgleich durch Quila-Nutzung in Waldresten und Nadis.

E. Kordillerenfuß. In einem an Regen überreichen Gebiet (in dem gleichwohl noch kurze Trockenperioden die Stetigkeit des Futterwuchses gefährden können) steht die Futterversorgung weitgehend im Zeichen von frischen Rodungen und von Quilantos. Die ackerbaulichen Möglichkeiten sind daher stark eingeschränkt und die erst halbgesäuberten, mit Stubben und Wurzelwerk durchsetzten Weideflächen in der Leistungsfähigkeit sehr begrenzt. Störungen der Heuwerbung und winterlicher Wachstumsstillstand sind noch ausgeprägter als in D; auf den begrenzten, vollständig gesäuberten Flächen ist die ackerbauliche Nutzung zuweilen etwas intensiver und vielseitiger als dort. Namentlich auf den Rodungsflächen wird noch vielfach mit Einzelgräsern (*DACTYLIS*, *HOLCUS*) gearbeitet; reiner Rotklee ist seltener zu beobachten, am häufigsten ein artenarmes Klee-grasgemisch. Dem unvermeidlichen Ertragsrückgang älterer Bestände steht nicht selten das Beibehalten eines zu hohen Viehbesatzes gegenüber. Dieser erscheint daher, auf die sommerliche Ackerweide bezogen, oft erstaunlich hoch.

c) Der gegenwärtige Stand der Futterversorgung.

Es erhebt sich die Frage, wie weit die jetzige Futterversorgung den Anforderungen des Landwirtes und des ganzen Landes entspricht. In Praxis und Schrifttum fällt die Antwort für den größeren Teil des Landes negativ aus, ständiger Mangel an Fleisch und die Tatsache, daß nur ein Bruchteil der vorhandenen Milchkühe ganzjährig gemolken wird, unterstreichen die Bedeutung des lebenswichtigen Problems eines reichlichen, besonders aber stetigen Futteranfalls.

Im Bewässerungsgebiet scheinen sich, rein landwirtschaftlich-technisch gesehen, keine grundsätzlichen Schwierigkeiten zu bieten; und es ist verständlich, daß solche hauptsächlich im Klima der Landesteile gesehen werden, die der Bewässerung bisher nicht zugänglich sind oder aber einer Bewässerung nicht bedürfen. Ersteres gilt für den Bereich größerer Sommer-trockenheit, in dem der Futterwuchs mindestens vom Dezember bis zum April stockt; letzteres für das regenreiche Gebiet mit einer von April bis August/September währenden Wachstumsruhe.

Die Tatsache, daß auch die Futterversorgung der Bewässerungsbetriebe in zahllosen Fällen nicht befriedigt, obwohl hier der ausschlaggebende Mangelfaktor erfolgreich eingesetzt werden kann, läßt die einfache Erklärung mit Klimaschwierigkeiten fragwürdig erscheinen. Tatsächlich ist das zeitweilige Ungleichgewicht zwischen Futterwuchs und Futterversorgung in hohem Maße auf die Organisationsformen der Futternutzung zurückzuführen. Periodische Schwankungen des Futterzuwachses zwischen Stillstand und Überfluß gibt es fast überall wenigstens im gemäßigten Klima;

in Europa begegnet ihnen der Landwirt mit der Bildung von Vorräten in der Zeit reichlichen Futterwuchses und deren Verfütterung im Stall während der Wachstumsruhe. Dieser Weg wird in Chile erst in den allerwenigsten Fällen — dann allerdings mit vollem Erfolg — beschritten. In der Regel müssen jedoch die Schwankungen des Futterwuchses vom Viehstapel aufgefangen werden; damit kommen sie unmittelbar in der tierischen Nutzleistung, mittelbar im Zustand des Weidelandes zum Ausdruck.

Es ist hier nicht beabsichtigt, auf die agrar- und preispolitischen Anlässe zu dieser Entwicklung einzugehen; sie sind zweifellos in starkem Maße wirksam. Ihre Auswirkung wird aber wesentlich verschärft durch die Landesnatur, die einen Verzicht auf Futtervorratswirtschaft wenigstens bei extensiven Betriebsformen möglich erscheinen läßt. Das an Frosttemperaturen arme Klima übt nirgends einen absoluten Zwang zur Stallhaltung aus, selbst im Süden nicht, wo das Vieh in Quila-Wäldern Schutz finden kann. Im sommertrockenen Gebiet gelingt ein Durchhalten des Weideviehs mit trockenen Weideresten und futternutzbaren Gehölzen, wenn auch unter Gewichtsabnahme und in manchen Jahren unter Viehverlusten; im Süden täuscht das Wintergrünbleiben vieler Pflanzen eine ständige Weidemöglichkeit trotz des Wachstumsstillstandes vor, in vielen Fällen stehen darüber hinaus Reserven in der Wald- und Quila-Nutzung zur Verfügung; auf die Überschätzung der anfänglichen Wüchsigkeit von Rodungsflächen und die daraus herzuleitende, häufige Überbestockung mit Vieh wurde mehrfach hingewiesen.

Ob nun agrarwirtschaftlich oder durch die Landesnatur bedingt: Die herrschenden Formen der Futternutzung vermögen die Schwankungen des Futterwuchses nicht auszugleichen, sondern nur zu verschärfen. Die Tragfähigkeit des Weidelandes wird namentlich in den Zeiten des Wachstumsstillstandes weit überschritten und die Merkmale dieser „Überbeweidung“ sind weithin erkennbar. Soweit Flächen im Urzustand beweidet werden, erweist sich die bereits von Schmithüsen*) betonte Widerstandslosigkeit der bodenständigen Flora gegen intensive Nutzung und gegen den Wettbewerb der Adventivflora als eine folgenschwere Tatsache umsomehr, als damit auch die Möglichkeiten einer ersetzenden Selbstberasung sehr begrenzt sind (ganz im Gegensatz zu europäischen Verhältnissen, unter denen weidefähige Arten als ruhende Samen oder Kümmerpflanzen allgegenwärtig sind oder durch Anflug, Verschleppung usw. ständig ergänzt werden).

Die namentlich in Zeiten des Wachstumsstillstandes wirksame und nicht selten schonungslose Überbeweidung führt zur Schwächung und schließlich zur Vernichtung der bevorzugten Futterpflanzen, zum sommerlichen „Ausbrennen“ der kahlgefressenen Grasnarbe, zu ihrem Lückigwerden und damit in Hanglagen zur Erosion. Auf der anderen Seite erfahren alle vom Weidevieh gemiedenen, ungenießbaren oder nicht faßbaren Pflanzenarten eine ungewollte Schonung und Förderung: *RUBUS*, *ULEX*, andere Genisteen, *ROSA*-Arten, strauchartige Lupinen u. a. m. engen die verfügbare Weidefläche in oft erschreckendem Ausmaß ein und verstärken die

* Briefliche Mitteilungen.

Überbeanspruchung der nutzbaren Pflanzen noch mehr. Die hauptsächlich angesäten Arten von Luzerne bis zu *ARRHENATHERUM* sind fast ausnahmslos nicht weidefest im eigentlichen Sinne. Die Scheu vor den hohen Saatkosten ist der Anlaß, Weideflächen weit länger zu nutzen, als der Lebensdauer der angesäten Art entspricht, also etwa Reinsaaten des nur zweijährigen Rotklee fünf und mehr Jahre lang. Neuansaaten müssen zwangsläufig beweidet werden, ehe sie „Fuß gefaßt“ haben; Weidegang in der nassen Jahreszeit oder unmittelbar nach der Bewässerung führt zu ausgedehnten Trittschäden.

Manche dieser Mängel könnten durch ausreichende spontane Selbstberasung wesentlich abgeschwächt werden. Die Voraussetzungen im Vorhandensein geeigneter Arten sind zwar nicht überall, aber doch schon in einem Großteil des Landes gegeben. Abgesehen von genügenden Schonzeiten macht sich jedoch gerade hier die verbreitete Kalk- und Nährstoffverarmung der Böden bemerkbar. Der geringen Stallhaltung wegen steht Stalldünger nur in minimalen Mengen zur Verfügung, in unseren Vergleichsbetrieben z. B. nur für 3,5% des Pfluglandes. Sehr niedrig liegen auch die Werte der Handelsdünger Verwendung im ganzen Land. Nach der FAO-Statistik stehen je ha Pflugland um je 1 kg N und K₂O und 4,5 kg P₂O₅ zur Verfügung. Aber diese sehr geringen Mengen kommen wie der Stalldünger praktisch nur den Marktfrüchten zugute; nur dreimal konnten wir Verwendung einzelner Handelsdünger auf Weideland beobachten. In unseren Vergleichsbetrieben sind die Kalk- und Phosphatgaben zu Marktfrüchten oft recht hoch. Winterliche Auswaschung einerseits, Phosphatfestlegung andererseits müssen indes so ausgeprägt sein, daß eine Nachwirkung in den Weidejahren kaum jemals zu beobachten ist. Umso überraschender ist die narbenverdichtende, die Selbstberasung mit brauchbaren Arten fördernde Wirkung zufälliger Nährstoffzufuhr auf den Weiden durch Geilstellen und Düngerreste.

Die angeführten Ursachen unbefriedigender Zustände und Leistungen sind den Sachkundigen natürlich bekannt und ebenso die Möglichkeiten der Abhilfe. Sie liegen auf den verschiedensten Gebieten. Wir können uns bei voller Würdigung agrarstruktureller Hemmnisse hier allerdings nur mit den landwirtschaftlichen Möglichkeiten befassen.

Ein Weg zur Anpassung an die klimatischen Extreme führt über die Einbürgerung bzw. Neuzüchtung von Futterpflanzen. Er ist von den Versuchs- und Pflanzenzüchtungszentren des Landes mit Umsicht und Energie beschritten worden. Im sommerdürren Gebiet wurden neben der schon verbreitet eingebürgerten „Pimpinela“ (*SANGUISORBA MINOR*) das ebenfalls recht dürrefeste Gras *PHALARIS TUBEROSA* VAR. *STENOPTERA* und als kurzlebige Arten *TRIFOLIUM INCARNATUM* und *PHALARIS MINOR* stark in den Vordergrund gestellt. Für den Regenwinter des Südens kommt es auf Arten an, die entweder im Herbst länger grün und wüchsig bleiben oder im Frühjahr zeitiger mit dem Zuwachs beginnen. Hier verdient ebenfalls *PHALARIS TUBEROSA*, besonders aber *FESTUCA ARUNDINACEA* Beachtung. Eine große Zahl von weiteren Arten, altbekanntes wie neu eingeführtes, wird geprüft oder züchterisch zu verbes-

ern gesucht. Saatbau und Einführung in die Praxis sind in beträchtlichem Umfange organisiert.

Besteht so von der Seite der Pflanze her die Hoffnung, die klimatisch bedingte Dauer der Wachstumspausen abkürzen zu können, so stellt sich andererseits die umfassendere Aufgabe, die zerstörenden Einflüsse rücksichtsloser Nutzungsverfahren auszuschalten. Die neu einzubürgernden Arten sind überanstrengenden Formen des Weideganges nicht besser, sondern eher weniger gewachsen als die bisher gebrauchten. In einigen Beispielsansaaten erlagen sie unter scharfer Nutzung sehr bald dem Wettbewerb anderer Arten.

Die entscheidende Frage, ob die in anderen Ländern bewährten Weideverfahren, die dem Reproduktionsrhythmus der Weidepflanzen Rechnung tragen, auch in Chile Erfolg versprechen oder nicht, kann nur positiv beantwortet werden. Selbst wenn man die Beispiele *Vergel* (K) und *Llanquihue* (S. 119) als Sonderfälle betrachtet, so ist doch eine erdrückende Fülle anderer Beispiele für den Erfolg schonender Nutzungsverfahren zu beobachten, und zwar in allen Klimabereichen und bei zahlreichen Futterpflanzen und ihren Kombinationen. Wo auch immer, gewollt oder zufällig, den Futterpflanzen ausreichende Möglichkeit zur Erholung, zur Speicherung von Reservestoffen geboten wird, wo sie mit ausreichender Blattmasse in die Zeit der Sommerdürre oder des winterlichen Wachstumsstillstandes hineingehen können, bleiben sie vital und produktiv. Hier verläuft auch die Selbstberasung in erwünschter Form, wenn die Nährstoffversorgung ausreicht.

Ob letzteres bei den sinkstoffreicheren Kordillerenflüssen tatsächlich immer der Fall ist, muß dahingestellt bleiben; von Maule an südlich fanden wir mehr und mehr Weiden, deren Flora viele „Magerpflanzen“ aufwies oder gar von diesen beherrscht wurde — auch wenn die vorhergehenden Marktfrüchte stark gedüngt worden waren. Wenn sich aber statt der Magerpflanzen nicht nur die angesäten Arten halten, sondern auch bessere Futterpflanzen, vor allem *TRIFOLIUM REPENS*, *MEDICAGO* sp., *LOTUS* sp. usw. sich spontan einstellen sollen, müssen ausreichende Kalk- und Phosphatmengen vorhanden sein. Die Tatsache, daß in vielen Betrieben die Tierhaltung der geldbringende Nutzungszweig ist, rechtfertigt die Düngung der Futterflächen fast mehr als diejenige der Marktfrüchte. Die Ermunterung einer brauchbaren Selbstberasung wird zum ausschlaggebenden Faktor dort, wo man auf sie angewiesen ist, d. h. bei vier- und mehrjähriger Nutzung von Wechselweiden, für deren Ansaat nur kurzlebige Arten wie der zweijährige Rotklee verwendet wurden.

In jedem Fall setzt die Erhaltung leistungsfähiger Futterbestände neben ausreichender Düngung eine absolute Schonung in Zeiten stockenden Zuwachses und darüber hinaus die Einschaltung genügender Ruhepausen auch in den Zuwachsperioden voraus; das bedeutet Vermehrung = Verkleinerung der „Potreros“ und die Anwendung der Umtriebsweide („rotacion de potreros“, „Hohenheim system“, „rotational grazing“) oder doch des durch Schonfristen zum Samenreifwerden und zur Erholung unterbrochenen „deferred grazing“. Dies wieder läßt sich nur durchführen, wenn das Weidevieh in Zeiten stockenden Wachstums (Sommerdürre, Winter-

ruhe) von den Weideflächen ferngehalten werden kann, also Ställe oder Futterplätze sowie Futterreserven bereitstehen. Letztere können als Silomais, Rübenblatt, Grünhafer, Futterkohl und Heu aus dem kurzfristigen Feldfutterbau stammen, müssen vor allem aber den Weiden als Heu und Silage in Zeiten des Futterüberschusses entnommen werden. Solche Überschüsse treten jährlich ein, besonders aber in abnorm regenreichen Frühsommern wie 1954/55. Sie dadurch abzuschöpfen, daß zusätzliches Weidevieh eingestellt wird, macht jede Vorratswirtschaft unmöglich. Das Mähen der nicht unbedingt als Weide gebrauchten Potreros und darüber hinaus die regelmäßige Nachmahd der vom Weidevieh gemiedenen Futterreste erfüllt zudem eine überaus wichtige Aufgabe, nämlich die vorbeugende Einschränkung der Weideunkräuter (*Zarzamora*, *Cardos*, *GALEGA* usw.) (Abb. 5—7).

Von den zahlreichen Teilfragen neuzeitlicher Nutzungsformen wie von solchen der Artenkombination, der Saattechnik, der Anfangsbehandlung von Neuansäen, der Luzernenutzung mag hier abgesehen werden. Indes ist nochmals auf die Frage der Nutzungsdauer zurückzukommen. Überall dort, wo vornehmlich kurzlebige Arten angesät werden, ist selbst bei günstigem Verlauf der Selbstberasung ein starker Leistungsabfall unvermeidlich, wenn die Nutzung noch jahrelang nach dem Verschwinden der angesäten Art fortgesetzt wird. Dann bleibt zur Abhilfe nur eine Verkürzung der Fruchtfolge möglich. Auf der anderen Seite bedarf es auch bei der Ansaat langlebiger Arten einer sehr aufmerksamen Behandlung, wenn ein merklicher Leistungsabfall vom 3. oder spätestens vom 4. Jahre an vermieden werden soll. Die langjährige Erhaltung geschlossener Grasnarben erhält aber besondere Bedeutung bei erhöhter Erosionsgefahr der Ackerjahre. Es kommt also darauf an, die früher oder später in der Leistung nachlassenden, bisher fast ausschließlich bevorzugten hochwüchsigen Arten von vornherein durch narbenschließende Arten (niedrigwüchsige Kleearten und Gräser) zu ergänzen und die Weidenutzung so zu führen, daß es möglichst bald zur Konsolidation der Grasnarbe kommt. Unter geeigneten Verhältnissen könnten ausgesprochene Dauerweiden gute Dienste leisten. Daß solche mindestens im regenreichen Süden des Landes durchaus möglich sind, ist ebenso an Beispielen nachzuweisen wie der Erfolg moderner, schonender Nutzungsverfahren im ganzen Lande.

Anschrift des Verfassers:

**Prof. Dr. E. Klapp, Direktor des Instituts für Boden- und Pflanzenbaulehre der
Universität Bonn, Katzenburgweg 5.**

Literatur

1. von Baer, E., Ertragssteigerung bei Weizen und Futterpflanzen, Tagungsbericht des Bundes der Landwirte Dr. Bertram Kalt, Osorno 1953.
2. von Baer, E., Mehr Humus, mehr Futter. Tagungsbericht des Bundes der Landwirte Dr. Bertram Kalt, Puerto Varas 1954.
3. Berninger, O., Wald und offenes Land in Südcile, Stuttgart 1929.
4. Departamento de Investigaciones agrícolas, Siete años de Investigación agrícola, Santiago 1950.
5. Geografía económica de Chile. Herausgeg. von der Corporación de Fomento de la Producción. 2 Bände. Santiago 1950.
6. Grübler, R., Observaciones sobre alteraciones producidas en animales domésticos por carencias minerales, Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 26, 1951.
7. Klapp, E., Grünlandfragen, Tagungsbericht des Bundes der Landwirte Dr. Bertram Kalt, Puerto Varas 1954.
8. Knoche, W., Chile, in Klute, F., und Mitarbeiter, Handbuch der geographischen Wissenschaft, Band „Südamerika“.
9. Martin, C., Landeskunde von Chile, 2. Aufl. Hamburg 1923.
10. Matthei, A., La Agricultura en Chile y la Política agraria Chilena, Santiago 1939.
11. Mentzel, O., von Lengerke, A., Landwirtschaftlicher Kalender, ältere Jahrgänge, z. B. 1927.
12. Meyer-Rusca, W., El problema de la invasión del bosque en el sur de Chile, Sonderdruck o. J.
13. Meyer-Rusca, W., Die chilenische Schweiz, Santiago 1950.
14. Moeller-Arnold, E., Über Futterwirtschaft, Tagungsbericht des Bundes der Landwirte Dr. Bertram Kalt, Osorno 1953.
15. Muñoz, C., Índice bibliográfico de las gramíneas chilenas, Boletín técnico 2, Dpto de Genética Fitotécnica, Santiago 1941.
16. Muñoz, C., Essentials underlying selection of species for range reseeding in Chile, Proceedings 6. Intern. Grassland Congress, 1, 1952.
17. Pennachiotti, M., Vargas, M. und Mitarbeiter, Tabla de valores nutritivos de forrajes cultivados en el País. Boletín del Instituto de Investigaciones veterinarias 1, 7, 1952.
18. Rogers, Mario A., Distribution of cultivated forage plants in Chile, Proceedings 6. Intern. Grassland Congress 1, 1952.
19. Roseveare, G. M., The Grasslands of Latin America, Bulletin 36, Imperial Bureau of Pastures and Field crops, Aberystwyth 1948.
20. Schwabe, G. H., Circulación de bioelementos y su aspecto chileno, Public. de la As. de Agricultores „Dr. Bertram Kalt“, Santiago 1951.
21. Schwabe, G. H., Aportes a la ecología regional, Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 27, 1952.
22. Schwabe, G. H., Ensayos de abonadura con elementos menores, Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción 28, 1953.
23. Schwabe, G. H., Über die pflanzliche Produktivität in Chile, Tagungsbericht des Bundes der Landwirte Dr. Bertram Kalt, 1953.
24. Schwabe, G. H., Düngung und Pflanzenertrag in Südcile, Tagungsbericht des Bundes der Landwirte Dr. Bertram Kalt, Puerto Varas 1954.
25. Schmithüsen, J., Die Grenzen der chilenischen Vegetationsgebiete, Tagungsbericht und wissenschaftliche Abhandlungen des Deutschen Geographentages, Essen 1953.
26. Schmithüsen, J., Waldgesellschaften des nördlichen Mittelchile, Vegetatio V/VI 1954.
27. Schmithüsen, J., Immergrüne Hartlaubgehölze des subtropischen Winterregengebietes in Mittelchile, Rhododendron-Jahrbuch 1954.
28. Troll, C., Strukturböden, Solifluktion und Frostklimat der Erde. Geol. Rundschau 34, H. 7/8, 1944.

Index

- 1. ...
- 2. ...
- 3. ...
- 4. ...
- 5. ...
- 6. ...
- 7. ...
- 8. ...
- 9. ...
- 10. ...
- 11. ...
- 12. ...
- 13. ...
- 14. ...
- 15. ...
- 16. ...
- 17. ...
- 18. ...
- 19. ...
- 20. ...
- 21. ...
- 22. ...
- 23. ...
- 24. ...
- 25. ...
- 26. ...
- 27. ...
- 28. ...
- 29. ...
- 30. ...
- 31. ...
- 32. ...
- 33. ...
- 34. ...
- 35. ...
- 36. ...
- 37. ...
- 38. ...
- 39. ...
- 40. ...
- 41. ...
- 42. ...
- 43. ...
- 44. ...
- 45. ...
- 46. ...
- 47. ...
- 48. ...
- 49. ...
- 50. ...
- 51. ...
- 52. ...
- 53. ...
- 54. ...
- 55. ...
- 56. ...
- 57. ...
- 58. ...
- 59. ...
- 60. ...
- 61. ...
- 62. ...
- 63. ...
- 64. ...
- 65. ...
- 66. ...
- 67. ...
- 68. ...
- 69. ...
- 70. ...
- 71. ...
- 72. ...
- 73. ...
- 74. ...
- 75. ...
- 76. ...
- 77. ...
- 78. ...
- 79. ...
- 80. ...
- 81. ...
- 82. ...
- 83. ...
- 84. ...
- 85. ...
- 86. ...
- 87. ...
- 88. ...
- 89. ...
- 90. ...
- 91. ...
- 92. ...
- 93. ...
- 94. ...
- 95. ...
- 96. ...
- 97. ...
- 98. ...
- 99. ...
- 100. ...

Die ökologischen Jahreszeiten im Klima von Mininco (Chile)*)

G. H. Schwabe

(Mit 14 Abbildungen, 9 Bildern und 8 Tabellen)

1. Zur ökologischen Sonderartung der Region.

a) Einige „Chilenismen der Natur“:

Der nachstehende Bericht soll zur Klärung der ökologischen Sonderbedingungen beitragen, die im mittleren Chile (Hartlaubgebiet und Kleiner Süden) die pflanzliche Produktivität qualitativ und quantitativ beeinflussen, und stellt eine Fortsetzung früherer Arbeiten des Verfassers zum gleichen Thema dar. In diesen war u. a. folgendes festgestellt worden:

1. Gewisse ausländische Pflanzenarten wie Brombeere (*RUBUS* sp.), Kiefer (*PINUS RADIATA* DON.), Aromo (*ACACIA MELANOXYLON* R. Br.) *EUCALYPTUS GLOBULUS* LABILL., BETA-Rüben, Natternkopf (*ECHIUM VULGARE* L.) und andere zeichnen sich im genannten Gebiete durch ungewöhnlich hohe Wuchsleistungen aus, die den vergleichbaren einheimischen Arten weit überlegen sind (10). Wegen derartiger Leistungsunterschiede wird in den Kulturlandschaften das einheimische Florenelement durch eingewanderte Arten stark zurückgedrängt. Die Brombeere beherrscht nach chilenischen Ermittlungen (4) etwa 2 Millionen Hektar Bodenfläche, während in einer kürzlich erschienenen Bibliographie über die Unkräuter Argentiniens (6) die Brombeere unter den über 200 dort aufgeführten Arten nicht einmal erwähnt wird.
2. Die ursprünglich vorwiegend von immergrünen Wäldern, im Kleinen Süden auch von laubabwerfenden Wäldern, beherrschte landwirtschaftliche Nutzfläche neigt in weiten Gebieten zu raschem Verfall ihrer anfangs hohen Fruchtbarkeit und ist vielfach überaus erosionsanfällig. Beim Schwunde der Ertragsfähigkeit der Kulturböden sind wahrscheinlich fortschreitende Verarmungen der Böden an verschiedenen lebensnotwendigen Mineralien maßgebend beteiligt (11). In Mininco und einigen anderen Orten des südlichen Längstales konnten daher gesicherte Ertragssteigerungen bei verschiedenen Kulturpflanzen, abgesehen von den klassischen Düngungselementen, vor allem durch Magnesium, Kupfer, Mangan, Bor und Sulfat erzielt werden (15).

*) Für wertvolle Anregungen und Berichtigungen dankt der Verfasser den Herren Prof. Dr. E. Klapp, Bonn, und Prof. Dr. J. Schmithüsen, Karlsruhe.

Weitere Hinweise auf die Beeinflussung der biotischen Produktion durch Mineralmängel ergaben sich u. a. aus mancherlei Anomalien, die an Haustieren beobachtet werden (*Grüebler* 3), sowie aus den oft überraschenden Erfolgen mit akrotothermalen Wässern beim Menschen (10). Schließlich fällt die relative Armut der meisten südchilenischen Böden und nichtthermalen Wässer an Schizophyceen auf. In zahlreichen Laboratoriumsversuchen konnte die Blaualgenentwicklung aus solchen Böden (vor allem die von verschiedenen *Oscillatorien*) durch Zusätze von Granodioritmehl oder -abkochungen und ähnliche mineralische Ergänzungen nachhaltig gefördert werden.

Eine große Mannigfaltigkeit von vermutlich mit Eigenarten des regionalen Mineralhaushalts zusammenhängenden biologischen und ökologischen Erscheinungen führte uns schließlich bei ordnender Materialsammlung zu dem Begriffe der „Chilenismen der Natur“ (11).

3. Nach allgemeinen landwirtschaftlichen Beobachtungen verläuft in den meisten Kulturböden, vor allem in den südlichen und küstennäheren Teilen unseres Gebiets, der Abbau der organischen Substanz überaus rasch. Zugleich macht sich ein weitgehender Strukturverfall dieser Böden bemerkbar.
4. In Kleingewässern des offenen Geländes treten schroffe thermische Schichtungen und ungewöhnlich hohe Tagesschwankungen der Oberflächentemperaturen auf, über die anhand einiger Meßreihen 1941 kurz berichtet wurde (8). Die Thermik dieser Gewässer wird vor allem durch Strahlungsbedingungen bestimmt.

Da über eine größere Reihe weiterer Chilenismen, die für die ökologische Struktur unseres Gebiets bedeutsam sind, an anderer Stelle berichtet wird, ist hier nur darauf zu verweisen, daß diese Chilenismen zum Teil florenz- bzw. faunengeschichtlich (neuseeländisch-patagonische Disjunktion und Verbreitungsschranke der Anden), zum Teil ökologisch aus den gegenwärtig herrschenden Lebensbedingungen erklärt werden können. Die biohistorisch bedingten Chilenismen sind verhältnismäßig gut abgrenzbar und werden hier nicht behandelt. Unter den ökologischen Faktoren ist, wie zu zeigen sein wird, das regionale Klima insofern ausschlaggebend für die Entwicklung zahlreicher Chilenismen der oben erwähnten Art, als es einerseits selbst höchst wirksame ökologische Eigenarten zeigt und andererseits zugleich die Böden und den Mineralhaushalt nachhaltig beeinflußt und sich somit indirekt auswirkt.

b) Die klimatische Diskordanz und ihre ökologischen Folgen:

Die ökologisch entscheidende Sonderartung des chilenischen Klimas liegt nach unserer vor einigen Jahren aufgestellten Hypothese (13) in der zwischen Lufttemperaturen einerseits und Strahlungsverhältnissen andererseits bestehenden „Diskordanz“. Sie ergibt sich daraus, daß bei einer der geographischen Breite entsprechenden Strahlung die Lufttemperaturen niedriger sind, als es der geographischen Breite entsprechen würde. Die durch den Humboldtstrom und das kalte Auftriebwasser vor der Küste bedingte negative Temperaturanomale nimmt in Mittel- und Nordchile von

Süden nach Norden und vom Winter zum Sommer zu. Die „Diskordanz“ erreicht damit ihre extremste Ausprägung im Sommer der nordchilenischen Wüsten und Steppengebiete. Nach Süden nimmt die negative Temperatur-anomalie allmählich ab (vgl. Tab. 1).

S. BR.	t _L M°C	Station	S. BR.	t _L M°C	d°C
10°	25.5	Lima	12°	19.0	-6.5
20°	23.0	Iquique	20° 12'	18.2	-4.8
30°	18.4	Pta. Tortuga	29° 55'	14.7	-3.7
40°	11.9	Valdivia	39° 48'	11.7	-0.2
50°	5.4	Islas Evangelistas	52° 24'	6.5	+1.1

Tabelle 1: Vergleich der Mitteltemperaturen der südlichen Breitengrade mit den Mitteltemperaturen einiger Stationen der südlichen Westküste Südamerikas. S. Br. = südliche Breite, t_LM°C = Mitteltemperatur des Breitengrades, Station = Wetterstation mit Breitenangabe (S. Br.), an der die folgenden Mittelwerte (t_L M°C) bestimmt wurden; d = thermische Anomalie des Ortes (nach Hann entnommen aus „Geografía Económica de Chile, I, Santiago, 1950).

Die thermische Wirkung des Meeres auf das regionale Klima wird begrenzt durch die der Küste parallel verlaufende Hochkordillere, die eine Staumauer gegen Osten bildet und somit die ozeanischen Einflüsse auf ihr kaum 200 km breites Vorland im Westen konzentriert.

Die negative Temperatur-anomalie verringert sich mit zunehmendem Abstand von der Küste. Der daraus resultierende Temperaturanstieg nach Osten verstärkt sich mit zunehmender Höhe. Die größeren Höhen im Inneren können die gleichen oder sogar höhere Mitteltemperaturen haben als wesentlich tiefer gelegene Orte an der Küste. So beträgt etwa die Jahresmitteltemperatur von Valparaiso 14,5°, während die des Thermalbades Jahuel in 1200 m Meereshöhe und etwa 100 km nordöstlich von Valparaiso 15,7° erreicht. Das auf den Meeresspiegel reduzierte Jahresmittel ist somit dort um 6,7° höher als in Valparaiso.

In engem Zusammenhange mit dieser thermischen Situation steht die segelfliegerische Beobachtung, daß im chilenischen Längstale thermische Aufwinde nur in auffallend geringem Umfange entwickelt werden, da in der unteren Atmosphärenschicht von etwa 500 bis 600 m an Strahlungstagen kühle Luft ozeanischen Ursprungs einströmt, während nachts kalte Luftmassen von der Hochkordillere absinken (nach mündlicher Mitteilung von H. Ott). Damit wird zugleich unsere frühere auf direkte Beobachtungen begründete Vermutung gestützt, daß an der Oberseite küstennaher Wolkenschichten eine verhältnismäßig kräftige Verdunstung stattfindet (10), die dann bei westlichen und südwestlichen Winden die Niederschläge am Fuße der Hochkordillere speist.

Aus der klimatischen Diskordanz ergeben sich ohne weiteres folgende Eigenarten:

1. mit den Strahlungsverhältnissen stark schwankende, verhältnismäßig hohe und mit Annäherung an die Bodenoberfläche rasch zunehmende Tagesamplituden der Temperatur;

2. verhältnismäßig geringe Jahresamplituden der Temperatur. Diese verbinden sich mit den ökologisch wichtigsten Grundzügen der mittel- und nordchilenischen Klimate, nämlich dem Zusammenfallen des winterlichen Temperaturminimums mit dem Niederschlagsmaximum und dem Zusammenfallen des sommerlichen Temperaturmaximums mit dem Niederschlagsminimum.

Überraschend sind in einer solchen schematischen Übersicht die zeitlich-räumlichen Entsprechungen der erwähnten Anomalien: In den ariden Gebieten Nordchiles herrschen extreme Sommerbedingungen der Diskordanz, während im westpatagonischen Raume mit höchsten Niederschlagssummen bei relativ niedrigen Temperaturen die zugehörigen Winterbedingungen auftreten. Im Küstenstriche überwiegt die verhältnismäßig geringe Amplitude der Lufttemperaturen auch im Tageslaufe, während im Raume des Längstales die Temperaturschwankungen sich auch im Jahreslaufe der für die Diskordanz typischen hohen Amplitude nähern. — Das vielfältig gegliederte Relief der chilenischen Landschaft läßt unter derartigen Bedingungen verständlicherweise ein überaus mannigfaltiges ortsklimatisches und mikroklimatisches Mosaik entstehen, dessen scharfe Gliederungen nur unter Waldbedeckung gemildert werden.

Um die ökologische Bedeutung der Diskordanz abschätzen zu können, ist es notwendig, die obige allgemeine Kennzeichnungen des Klimas lokal und später regional vor allem in folgenden Richtungen zu prüfen und zu ergänzen:

- a) Die Diskordanzwirkungen im thermischen Mikroklima und im Bodenklima,
- b) die Ein- und Ausstrahlungswirkungen auf die mikroklimatische Temperaturgestaltung,
- c) die Niederschlagseinflüsse auf das Bodenklima und
- d) Verbindung dieser Erhebungen mit gleichzeitigen messenden Beobachtungen der pflanzlichen Produktivität.

2. Das meteorologisch-mikroklimatische Material.

- a) Die örtlichen Bedingungen:

Zu den genannten Punkten bringen die nachstehenden Mitteilungen einige Unterlagen, die zum überwiegenden Teile im Gelände der Estación Experimental de Ecología der Universität Concepción in Mininco (Prov. Malleco) von Mai 1953 bis Juni 1954 gewonnen wurden. Für die Wahl von Mininco als vorläufigem Standort der 1951 gegründeten Experimentalstation war neben praktischen Zweckmäßigkeiten vor allem die für ein weiteres Gebiet klimatisch und ökologisch repräsentative Lage bei verhältnismäßig günstigen Verkehrsbedingungen bestimmend¹⁾.

Ort und Gut Mininco liegen unter 37° 40' S und 71° 48' W im Längstale an der Hauptbahnlinie in einer Meereshöhe von 180 m und etwa 85 m über

¹⁾ Die Versuchsstation Mininco wurde mit der Berufung des Verfassers an die Universidad Austral de Chile in Valdivia aufgelöst. Die in Mininco begonnenen Arbeiten werden seit April 1955 in Valdivia weitergeführt.

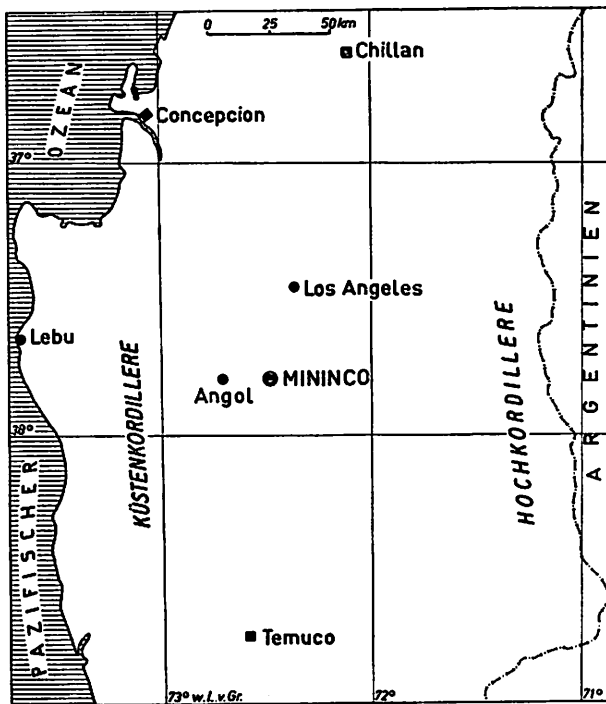


Abb. 1: Kartenskizze zur Lage von Mininco.

dem Flusse gleichen Namens, der zum Einzugsgebiete des Río Bío-Bío gehört (Abb. 1). Der Name Mininco ist indianischen Ursprungs (mapuche) und bedeutet „Ort ohne Wasser“, eine Benennung, die trotz einer jährlichen Niederschlagssumme von etwa 1300 mm in der Trockenzeit des Sommers tatsächlich zutrifft. Die Dorfbewohner holen in diesen Monaten das notwendige Trinkwasser in Eimern von den am Bahnhofe haltenden Lokomotiven. Mininco liegt am Südrande des mittelchilenischen Hartlaubgürtels, schon in dessen Übergangsraum zu dem südlich anschließenden, durch teilweise laubabwerfende Wälder gekennzeichneten Vegetationsgebiet des Kleinen Südens. Die hügelige Landschaft gehört zu den ausgedehnten Bereichen, die nach bedenkenloser Weizenausbeutung sich seit ein bis zwei Jahrzehnten in raschem Verfall ihrer Ertragsfähigkeit bei gleichzeitig fortschreitender Erosion befinden. Seit etwa 12 Jahren werden daher die nicht bewässerbaren Flächen in steigendem Maße forstlicher Nutzung zugeführt und fast ausschließlich mit *PINUS RADIATA DON.* bepflanzt.

Die außerhalb der Niederungen vorherrschenden schweren lehmigen Böden rotbrauner Farbe („tierra colorada“, Serie Collipulli) in einer Mächtigkeit bis zu mehreren Metern entbehren praktisch völlig der Krumschicht und weisen vielfach keine geschlossene Vegetationsdecke mehr auf. Die Sommermonate verwandeln die Landschaft in eine „Trockensteppe“, in der sich nur noch hinreichend dürrefeste Sträucher und Bäume zu behaupten

ten vermögen, während die niedere Vegetation größtenteils vertrocknet. Auch in jungen Kiefernplantagen verursacht die Sommerdürre gelegentlich erhebliche Ausfälle. An Südhängen und in Flußniederungen, die größtenteils bewässerbar sind und sich noch in landwirtschaftlicher Nutzung befinden, gibt es noch einige dürftige Bestände einheimischer Hölzer (*MYRCEUGENELLA APICULATA* (DC.) KAUSEL, *NOTHOFAGUS OBLIQUA*, *BLUME*, *SCHINUS POLYGAMUS*, die ursprünglich erheblich größere Flächen eingenommen haben. Die wichtigsten landwirtschaftlichen Nutzpflanzen sind Weizen, Bohnen, Linsen und Mais.

Die Beobachtungsstation liegt an der Westseite des Mininco-Tales auf einer Hangstufe etwa 65 m über dem Flusse und 160 m über dem Meeresspiegel (Bild 1). Die Bodentemperaturserien wurden etwa 10 m nordwestlich von der ökologischen Station auf einer eingeebneten und vegetationsfrei gehaltenen horizontalen Fläche von über 4 m² gewonnen, die ihrerseits in einem unbebauten mit knapp 6° nach NE geneigten Hange liegt. Die Wetterhütte befindet sich etwa 20 m weiter westlich davon. Ihre Instrumente (Luftthermometer Lindfritz, Extremthermometer und Thermo-hydrograph) stehen hier 1,6 m über dem von niedrigem Gras bewachsenen Boden. Der Hellman'sche Regenschirm von 200 cm² Auffangfläche ist vorschriftsmäßig im Vorgarten des Wohnhauses etwa 100 m westlich der Wetterhütte aufgestellt. Der Sonnenscheinautograph Modell Campbell-Stokes befindet sich auf einem Wasserhochspeicher, um Störungen durch hohe Eukalypten auszuschalten. Lufttemperaturen und -feuchtigkeiten werden bei der Bodenstation mit einem Schleuderpsychrometer und unabhängig davon beim Wohnhause mit einem Aspirationspsychrometer bestimmt. Im Wohnhause befinden sich schließlich der Barograph und das Quecksilberbarometer.

Die Bodentemperaturen werden in den beiden tiefsten Stufen mit 0,2°-geteilten Bodenthermometern (Lamprecht, Göttingen) gemessen, während für die übrigen Stufen 0,1°-geteilte Laboratoriumsthermometer mit Milchglasskala verwendet werden. Die Abweichungen der mitgeteilten Meßwerte untereinander sind kleiner als 0,1°.

b) Die Meßreihen:

Die Zeitkorrektur auf die astronomische Ortszeit beträgt gegenüber der offiziellen chilenischen Zeit - 50 Minuten. Alle Zeitangaben beziehen sich auf die offizielle chilenische Zeit.

Der Morgentermin blieb für Barometer und Regenschirm das ganze Jahr über auf 7 Uhr. Bei den übrigen meteorologischen Messungen, die am Wohnhause vorgenommen wurden, blieb gleichfalls dieser Zeitpunkt beibehalten, während die Bodenstation stets vor Sonnenaufgang kontrolliert wurde, um die der Ausstrahlung entsprechenden Werte erfassen zu können. Gleichzeitig wurden jeweils Lufttemperaturen und -feuchte bestimmt.

Der Mittagstermin wurde unverändert auf 13 Uhr für alle Meßreihen durchgeführt. Er entspricht mit 12.10 Uhr astronomischer Zeit etwa dem höchsten Sonnenstande und der höchsten Tagestemperatur der Bodenoberfläche.

Der auf 19 Uhr festgelegte *A b e n d t e r m i n*, der auch die zweite Niederschlagsmessung einschließt, wurde nur für die Bodenstation im Sommer auf den Sonnenuntergang verschoben.

Die jahreszeitlichen Verschiebungen der Morgen- und Abendtermine, über die im einzelnen an anderer Stelle berichtet wird, fallen beide in Tageszeiten geringer Temperaturbewegungen und haben daher keinen wesentlichen Einfluß auf die hier behandelten Mittelwerte. — Außerdem wurden vollständige Tagesgänge der Temperaturen in allen kontrollierten Bodentiefen und in der Luft monatlich mindestens einmal über mehr als 24 Stunden in höchstens zweistündigen Beobachtungsabständen durchgeführt, so daß ein einigermaßen vollständiges Bild der Tagesbewegungen vorliegt.

Außer diesen regelmäßigen Stationsmessungen stehen einige über das Jahr verteilte mikro- und bodenklimatische Profile über etwa 1 km Strecke und 85 m Höhendifferenz (Mininco-Tal) und zwischen Kiefernforst und offenem Feld zur Verfügung.

Die nachstehenden Auswertungen beruhen vorwiegend auf Monatsmittelwerten, denen über 12 000 während des Beobachtungsjahres vorgenommene systematische Temperaturmessungen neben den entsprechenden sonstigen Bestimmungen (Sonnenschein, Luftfeuchte, Niederschläge, Luftdruck) zugrundeliegen. Über die ergänzenden Vegetationsbeobachtungen berichtet im Zusammenhange der zweite Teil dieser Mitteilungen (S. 160 ff.).

Es ist hier noch einzufügen, daß die gesamte Untersuchung mit dürftigen Mitteln, wenigen Hilfskräften und einem Minimum von Fachliteratur durchgeführt werden mußte. Außerdem zwangen die Verhältnisse im einzelnen oft zu einer allzu engen Rücksichtnahme auf praktische Fragestellungen. Infolgedessen waren gewisse Einseitigkeiten und Unvollständigkeiten in der Durchführung der Arbeit unvermeidlich.

Bei den mannigfaltigen Schwierigkeiten, die die Durchführung dieser Arbeit in Frage stellten, ist der Verfasser zu besonderem Danke verpflichtet: Herrn *Hans Behn*, der die erforderlichen Gebäude und das Gelände für Versuchszwecke zur Verfügung stellte, Herrn *G. Kunkel*, der als Laborant weit über das Maß der ihm zugeteilten Aufgaben hinaus um die meteorologisch-mikroklimatische Materialsammlung besorgt war, und Frau *H. Keller*, die bei der Aufarbeitung der Meßergebnisse wertvolle Arbeit leistete.

c) Abkürzungen:

ampl.	Amplitude, Schwankungsbereich
B	Boden
f	Feuchte in Sättigungsprozenten
h	Stunde, Uhrzeit
L	Luft
M	arithmetisches Mittel, Mittelwert
ma	Maximum
mi	Minimum
p	Grenzwahrscheinlichkeit in %
O	Bodenoberfläche

σ	Standardabweichung, quadratische Streuung
t	Temperatur, Angaben sämtlich in ° C
t _{B-1}	Bodentemperatur in 1 cm Tiefe
t _{B-5}	Bodentemperatur in 5 cm Tiefe usw.
t _L	Lufttemperatur, Hütte 1,6 m über dem Boden, Psychrometermessungen ca 70 cm über dem Boden
t _O	Temperatur auf oder unmittelbar über der Bodenoberfläche
t _W	Wassertemperatur
W	Wasser

I, II, usw. mit römischen Zahlen werden die Monate bezeichnet.

3. Der Gang der meteorologischen Faktoren im Beobachtungsjahr 1953/54.

a) Die Mittelwerte zweier Nachbarstationen als Vergleichsgrundlage:

Um die wesentlichen Eigenarten des regionalen Vegetationsjahres im Überblick zu verdeutlichen, gehen wir vom durchschnittlichen Ablaufe der Temperatur- und Niederschlagsbewegungen aus (Tab. 2, Abb. 2), wie sie

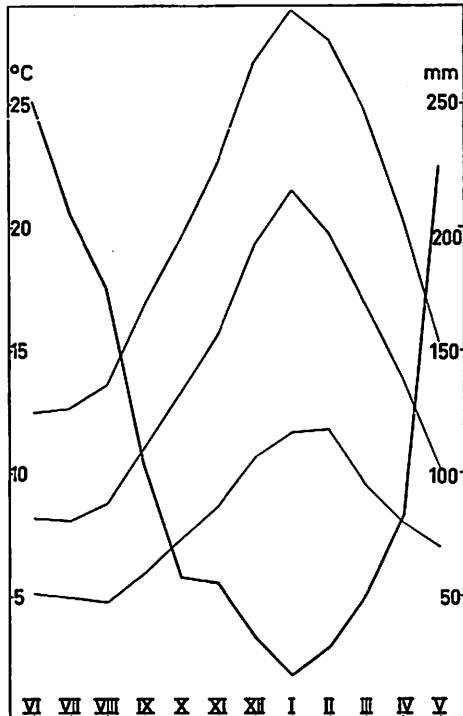


Abb. 2: Die Monatsmittelwerte der Lufttemperatur (mittlere Extreme und Mitteltemperaturen) und die monatlichen Niederschlagssummen (fette Linie) in Los Angeles (Tabelle 2). Sowohl die zwischen Lufttemperaturen und Niederschlägen bestehende Gegenläufigkeit wie auch die sommerliche Vergrößerung der Temperaturamplituden fallen unmittelbar auf.

		VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	Jahr	Mininco 53/54
tL M	Los Angeles	8.3	8.1	8.8	11.1	13.3	15.7	19.3	21.5	19.8	16.9	13.9	10.2	13.9	13.0
	Angol	8.6	7.6	8.3	10.1	12.4	14.4	17.5	19.0	18.3	16.1	12.9	9.8	12.9	
tL mi	Los Angeles	5.2	5.0	4.8	6.0	7.4	8.7	10.7	11.7	11.8	9.5	8.0	7.0	8.0	8.5
	Angol	4.6	4.1	4.2	5.2	6.8	8.2	10.1	11.5	11.3	9.4	7.3	5.6	7.4	
tL ma	Los Angeles	12.5	12.7	13.6	16.9	19.6	22.6	26.7	28.8	27.6	24.7	20.4	15.3	20.1	17.6
	Angol	12.6	12.3	13.8	16.4	20.7	22.3	25.5	27.3	27.2	24.3	20.1	15.3	19.9	
mm Regen, Los Angeles	Los Angeles	251.3	205.8	176.1	104.1	58.4	55.9	33.7	17.8	23.9	50.5	32.3	224.6	1289.4	1399.6
	Angol	168.7	124.3	65.0	44.5	27.4	24.4	16.8	14.9	30.9	49.9	151.7	215.6	934.1	

Tabelle 2: Mittlere Lufttemperaturen und mittlere Extremtemperaturen (mi und ma) der Luft und mittlere Niederschlagshöhen der benachbarten Beobachtungsstationen Los Angeles und Angol (El Vergel) zum Vergleiche mit den mitgeteilten Werten des Jahres 1953/54 in Mininco. Die obigen von der Oficina Meteorológica de Chile zur Verfügung gestellten Mittelwerte beruhen auf den folgenden Beobachtungsperioden:

	Temperaturen	Niederschläge	Meereshöhe	Lage	
Los Angeles	1941—1946	1918—1949	130 m	37°28' S	72°21' W
Angol	1931—1946	1925—1949	77 m	37°49' S	72°39' W

etwa die langjährigen Mittelwerte der Wetterstationen Angol (El Vergel) und Los Angeles bieten, die 20 km bzw. 40 km von Mininco entfernt sind und in vergleichbaren Meereshöhen in der Längssenke liegen. Für die graphische Darstellung wurden die Werte der Station Los Angeles gewählt, weil diese, in ziemlich ebenem Gelände gelegen, für ein weiteres Gebiet repräsentativ sein dürfte als die von Angol, die infolge ihrer Lage in einer Senke nahe bei der westlich vorgelagerten Küstenkordillere in mancher Hinsicht (Sonnenscheindauer, Regenschatten) mehr örtliche Eigenarten aufweist. Die Monatsmittelwerte der Lufttemperaturen und der Niederschläge zeigen im Jahreslaufe ein fast symmetrisches Verhalten in dem bereits angedeuteten Sinne, daß jeweils das Minimum des einen Faktors mit dem Maximum des anderen (im Juni/Juli und im Januar) zusammenfällt. Besonders im Bereiche des sommerlichen t -Maximums herrscht eine fast vollkommene Symmetrie zwischen den Maximal- und Mittelwerten der t_L einerseits und den Niederschlagswerten andererseits, während im Winter die Temperaturen, vor allem die Minima, eine deutliche Milderung erfahren, die ozeanisch bedingt sein dürfte.

Ferner ist bemerkenswert, daß die Amplituden der t_L im Frühwinter (Juni) am geringsten sind, um ziemlich regelmäßig bis zum Januar zu wachsen und danach ebenso regelmäßig wieder abzufallen. Die mittleren Minima sinken bis zum August hin ab, während die Mittelwerte der t_L , besonders aber die mittleren Maxima, bereits deutlich steigende Tendenz haben. Mit dieser durch Bewölkungsabnahme bedingten Erscheinung stehen die Bodenfröste in Verbindung, die auch in Mininco zwischen April und Oktober und offenbar gehäuft im Juli und August aufzutreten pflegen. (Im Beobachtungsjahre wurden hier 17 allgemeine Frostwechseltage des offenen Geländes und 5 lokale verzeichnet). — Zwischen Oktober und November stellt sich in dem sonst herrschenden Verhältnis zwischen Niederschlagssummen und Mitteltemperaturen insofern eine merkliche Unstetigkeit ein, als dem in dieser Zeit erfolgenden kräftigen Temperaturanstiege keine entsprechende Abnahme der Niederschläge gegenübersteht. Am Westrande der Anden (z. B. Lonquimay) kann die durchschnittliche Niederschlagssumme des November sogar höher liegen als die des Oktober. Die Hauptursache dieser pflanzenökologisch und produktionsbiologisch bedeutsamen Abweichung von dem sonst so regelmäßigen Bilde liegt wahrscheinlich in der strahlungsbedingten Entwicklung kräftiger Bodeninversionen, die infolge der noch hohen Feuchte zu lokalen adiabatischen Steigungsregen führen, denen dann die Sommerdürre folgt.

Die Betrachtung des Gesamtbildes läßt vermuten, daß bei einem derartig steilen Verlaufe der monatsmittleren Niederschlags- und Temperaturwerte entsprechend große Schwankungen von einem zum anderen Jahre vorkommen können und daß diese dann auch einschneidende Folgen für die Vegetationsentwicklung des Jahres haben müssen. Diese aus dem Kurvenbilde abzulesenden Vermutungen treffen tatsächlich zu: die witterungsbedingten Abweichungen der Vegetationsleistungen einzelner Jahre sind erheblich. Daraus folgt, daß die Agrarmeteorologie gerade im südlichen Chile vor lohnenden Aufgaben steht.

Weiterhin lassen sich aus dem durchschnittlichen Jahresgange der Niederschläge und der Temperaturen unmittelbar drei jahreszeitliche Hauptkrisen der Vegetationsaktivität ablesen:

A. Die **Frühjahrskrise**, die nach dem Schnitt der Niederschlags- und Mitteltemperaturkurve durch die Gefährdung des Wasserhaushalts bei steigender Wärme ausgelöst wird.

B. Die **Somerdürre**, die im Bereiche des Niederschlagsminimums durch gleichzeitig auftretende trockene Winde verstärkt wird.

C. Der **Spätsommerimpuls**, der bei wieder ansteigenden Niederschlägen und noch ausreichenden, aber fallenden Temperaturen eine neue Wuchstätigkeit auslöst.

b) Temperaturen und Niederschläge in Mininco 1953/54:

Vergleichen wir nunmehr dieses Jahresdurchschnittsbild von Los Angeles mit dem entsprechenden des Beobachtungsjahres 1953/54 in Mininco (Tab. 3 u. 4, Abb. 3), so bestätigen sich bei gleicher Grundstruktur des Faktorenverlaufs zugleich die erwarteten starken Abweichungen von den Durchschnittswerten. Unter den Abweichungen dieses im allgemeinen keineswegs als ungewöhnlich betrachteten Jahresganges treten die folgenden Einzelheiten hervor: Das winterliche Regenmaximum stellt sich verspätet ein (August) und wird ziemlich unvermittelt von niederschlagsarmer Witterung abgelöst (Oktober). Dementsprechend erfolgt der Anstieg der Lufttemperatur verspätet und steiler als gewöhnlich.

Bemerkenswert in diesem Zusammenhange ist ferner ein neuerlicher Abfall der mittleren Minimaltemperaturen im Oktober, der in diesem Monate an vier Morgen Bodenfröste bringt (1., 3., 5. u. 15. 10.). An solchen Morgen sinken die Bodenthermometer (t_B-1 und t_{Omi}) nicht immer unter den Gefrierpunkt, während jedoch auf Holz und dürrerem Gras am Boden und auf lockerer Erde Reif fällt. Außerdem treten natürlich die zu erwartenden Schäden an empfindlichen Pflanzen ein.

Nach dem verhältnismäßig frühen Erreichen höchster t_L -Werte (Dezember) kommt es im Januar, der fast niederschlagsfrei (0,6 mm) bleibt, durch Strahlungsächte zu einem vorübergehenden t_L -Abfall, dem ein neuer und nachhaltiger Anstieg (Februar, März) folgt. Zwei kurze, zusammen drei Tage umfassende Regenperioden im Februar haben keinen wesentlichen Einfluß auf die Mitteltemperaturen, zumal bei zunehmender Nachtbewölkung Ausstrahlungsverluste stark vermindert sind. Nach einem praktisch regenfreien März (0,1 mm) bei entsprechend hohen t -Werten erfolgt dann der steile anhaltende Anstieg der Niederschlagswerte, der bis in den Juni hinein anhält. Die Mitteltemperaturen liegen dementsprechend im Mai bereits erheblich unter den entsprechenden langfristigen Mittelwerten von Los Angeles.

Mit Annäherung an die Bodenoberfläche werden naturgemäß die t -Bewegungen schroffer, um in ihrer unmittelbaren Nähe Höchstwerte zu erreichen (Abb. 4). Um den Vergleich mit den oben dargestellten Verhältnissen zu erleichtern, ist in das Bild der t_B -Bewegungen der Niederschlags-

Tabelle 3: Die monatlichen Mittel- und Extremwerte der Temperaturen in Mininco von Juni 1953 bis Mai 1954.

	1953	1954										M 53/54	
	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV		V
tL M	9.1	7.7	8.6	9.7	10.7	15.2	18.4	17.8	18.6	18.5	13.1	9.4	13.04
tb M 1 cm	8.9	8.8	9.7	11.8	13.5	27.4	31.4	31.8	30.0	29.5	16.6	11.9	19.65
5 cm	8.9	7.7	8.1	9.9	14.3	22.1	27.1	27.6	26.1	23.9	14.8	10.6	16.71
10 cm		7.7	8.6	9.9	13.1	19.0	22.9	23.6	23.3	22.2	14.5	10.2	15.32
20 cm	10.1	8.2	9.1	10.5	14.1	20.5	24.5	25.3	24.8	23.3	16.0	11.2	16.42
50 cm	11.5	9.4	9.6	10.5	13.0	18.0	22.1	23.2	23.8	22.2	17.3	12.5	16.04
tL mi	7.0	4.5	6.3	7.1	5.7	8.9	11.1	10.7	12.2	12.1	9.4	7.0	8.47
tb mi 1 cm	5.6	3.8	5.5	6.8	6.2	10.5	12.9	12.2	13.9	13.1	9.6	7.1	8.90
5 cm	6.5	5.1	6.3	7.3	7.8	13.9	17.2	17.9	18.4	18.0	11.5	8.5	11.50
10 cm		6.7	7.8	9.1	11.5	17.0	20.8	21.5	21.0	20.0	13.2	9.5	13.78
20 cm	9.7	7.7	8.7	9.9	13.1	19.2	23.1	23.9	23.6	22.3	15.3	10.8	15.56
50 cm	11.4	9.3	9.6	10.4	12.9	17.8	21.9	23.1	23.6	22.1	17.1	12.4	15.92
tL ma	11.2	10.8	11.0	12.3	15.7	21.6	25.7	25.0	25.0	25.0	16.9	11.7	17.61
tb ma 1 cm	12.3	13.8	14.0	16.9	30.9	44.4	49.9	51.3	46.1	45.9	23.6	16.7	30.40
5 cm	11.2	10.3	10.0	12.4	20.8	30.4	37.0	37.4	33.7	29.8	18.1	12.7	21.93
10 cm		8.7	9.4	10.8	14.8	21.0	25.0	25.8	25.6	24.4	15.7	11.0	16.86
20 cm	10.5	8.8	9.5	11.0	15.2	21.8	25.9	26.7	26.1	24.4	16.7	11.6	17.29
50 cm	11.6	9.5	9.7	10.5	13.1	18.1	22.2	23.4	24.0	22.4	17.4	12.6	16.16

	1953						1954						M 53/54
	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	
tL mi abs.	+0.4	-2.3	+1.2	3.5	2.2	4.0	8.1	7.5	6.8	8.5	3.6	+1.4	
tB mi abs 1 cm	-0.5	-1.0	±0.0	+3.0	1.8	6.0	9.2	8.9	8.2	8.9	3.4	+1.0	
5 cm	+0.8	+1.3	+2.5	5.0	4.0	8.8	12.0	14.5	12.1	15.2	7.2	4.5	
10 cm	(3.5)	3.8	5.3	7.3	7.3	14.1	16.2	19.3	15.7	18.0	9.0	7.1	
20 cm	6.4	6.0	7.0	8.4	9.4	15.9	19.2	22.0	18.9	20.2	12.0	8.8	
50 cm	9.6	8.4	8.9	9.4	11.1	14.9	19.0	22.2	21.4	21.0	14.4	9.9	
tL ma abs.	14.7	15.4	15.8	20.8	20.9	27.6	32.8	35.0	32.0	30.4	27.2	19.4	
tB ma abs. 1 cm	18.4	18.6	23.1	28.8	43.6	55.2	60.6	60.2	59.8	52.2	40.8	29.2	
5 cm	15.7	14.5	15.8	21.2	29.8	38.2	46.2	44.0	45.3	31.5	25.5	19.5	
10 cm	(11.8)	10.5	12.0	14.8	18.7	24.7	28.6	28.4	29.1	26.8	20.2	14.7	
20 cm	12.1	9.8	11.6	12.8	18.4	25.3	29.0	29.0	29.5	25.8	22.6	14.8	
50 cm	12.4	10.0	10.6	11.5	15.2	20.4	24.0	24.5	25.6	23.2	22.1	14.5	
tL ampl.	4.2	6.3	4.7	5.2	10.0	12.7	14.6	14.3	12.8	12.9	7.5	4.7	9.14
tB ampl. 1 cm	6.7	10.0	8.5	10.1	24.7	33.9	37.0	39.1	32.2	32.8	14.0	9.6	21.50
5 cm	4.7	5.2	3.7	5.1	13.0	16.5	19.8	19.5	15.3	11.8	6.6	4.2	10.43
10 cm		2.0	1.6	1.7	3.3	4.0	4.2	4.3	4.6	4.4	2.5	1.5	3.08
20 cm	0.8	1.1	0.8	1.1	2.1	2.6	2.8	2.8	2.5	2.1	1.3	0.8	1.73
50 cm	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.2	0.24

mi abs. = absolute Minima, ma abs. = absolute Maxima, ampl. = mittlere tägliche Temperaturamplitude. Die cm-Angaben beziehen sich auf die verschiedenen Bodentiefen, gemessen von der Oberfläche des vegetationslos gehaltenen ebenen Bodens der Meßstation. Sämtliche Angaben basieren auf den täglich dreimal vorgenommenen Ablesungen der fest angebrachten Thermometer. Extremthermometerwerte siehe Tabelle 4. Für Juni 1953 liegen die Temperaturen in 10 cm Tiefe nicht vollständig vor. Die Jahresmittelwerte für diese Tiefe sind daher durch gekreuzte Interpolation gewonnen. Die darin enthaltenen relativen Fehler dürften unter 0.1° liegen, Die eingeklammerten absoluten Extremwerte dieser Tiefe beziehen sich nur auf die zweite Junihälfte.

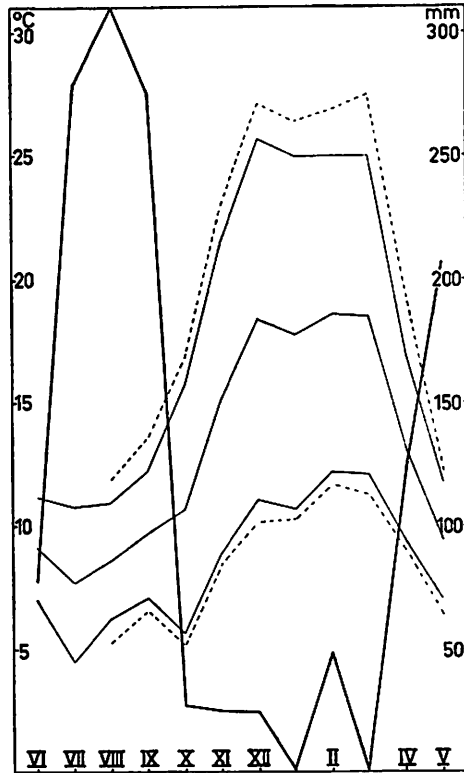


Abb. 3: Die der vorigen Abbildung entsprechenden Werte von Mininco aus dem Beobachtungsjahr 1953/54. Die gestrichelten Linien geben die mit Extremthermometern in der Wetterhütte ermittelten Werte, während die zugehörigen ausgezogenen Linien auf den unmittelbar gemessenen Extremwerten beruhen.

	1953					1954				
	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V
a) tL mi	5.3	6.6	5.2	8.5	10.2	10.3	11.7	11.3	9.0	6.4
b) tL ma	11.9	13.6	16.8	23.0	27.1	26.4	26.9	27.5	19.4	12.2
c) t _o mi	4.3	4.9	3.6	7.1	9.1	9.2	10.8	9.9	7.2	4.4
d) t _o ma	14.7	19.1	32.3	45.3	50.6	52.9	48.2	46.1	24.2	17.7
e) b - a	6.6	7.0	11.7	14.5	16.9	16.1	15.2	16.2	10.4	5.7
f) d - c	13.5	14.2	28.7	38.2	41.5	43.3	37.4	38.1	17.1	13.3
g) a - c	+1.1	+1.7	+1.6	+1.4	+1.1	+1.1	+0.1	+1.4	+1.9	+2.0
h) b - d	-2.8	-5.5	-15.4	-22.3	-23.5	-26.5	-21.3	-18.6	-4.8	-5.6
i) t _w	10.0	11.9	17.8	26.1	28.4	28.3	27.6	29.7	—	—

Tabelle 4: Die monatsmittleren Extremthermometerwerte der Wetterhütte (tL mi und tL ma) und der Bodenstation (t_o mi = 5 mm über der Bodenoberfläche, t_o ma = Quecksilberkugel auf Boden aufstehend), die zugehörigen monatsmittleren Amplituden (e und f) und die Differenzen zwischen den entsprechenden Luft- und Bodenwerten (g und h) und die Monatsmittel der Oberflächentemperatur eines Wasserfasses bei der Bodenstation (Wasserspiegel in der Bodenoberfläche). Alle Angaben in °C.

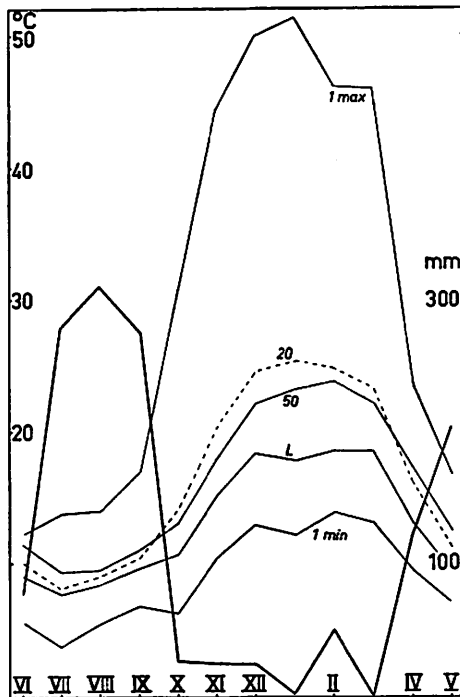


Abb. 4: Die Monatsmittelwerte der höchsten und niedrigsten Temperaturen in 1 cm Bodentiefe („1 max“ und „1 min“) und die Monatsmittel der Temperaturen in 20 und 50 cm Bodentiefe im Vergleich mit den entsprechenden Werten der Lufttemperatur („L“) und der Niederschläge (fette Linie).

und tL-Gang maßgerecht eingetragen. Die oben erwähnte sommerliche Erhöhung der t-Amplituden erreicht bei 1 cm Bodentiefe im Januar Gipfelwerte (Abb. 5). Diese werden zweifellos mit weiterer Annäherung an die Oberfläche oder unmittelbar über derselben noch beträchtlich überboten. Eine Messung war in diesen Bereichen jedoch bisher wegen des Mangels an geeigneten Geräten nicht möglich. Eine unmittelbare Folge der hohen oberflächlichen t-Amplituden ist die hier vorherrschende und ausgeprägte Schalenverwitterung von aus dem Boden ragenden Steinen.

Besonders bemerkenswert erscheint uns der Umstand, daß die Monatsmittelwerte der Temperatur in 50 und 20 cm Bodentiefe während des ganzen Jahres höher liegen als die zugehörigen Mittel der Lufttemperatur. Diese Erscheinung, die durch die Lage der selbst horizontalen Meßfläche in einem schwach nach NE geneigten Hange etwas verstärkt sein mag, aber zweifellos nicht allein bedingt ist, scheint uns deshalb wesentlich, weil sie eine unmittelbare Wirkung der genannten klimatischen Diskordanz unseres Gebietes darstellt. Der einer solchen Diskordanz zwischen atmosphärischem Temperaturklima und Strahlungsklima ausgesetzte Boden muß gegenüber der Luft über entsprechende Wärmereserven verfügen, die naturgemäß boden- und pflanzenökologisch von erheblicher, im einzelnen

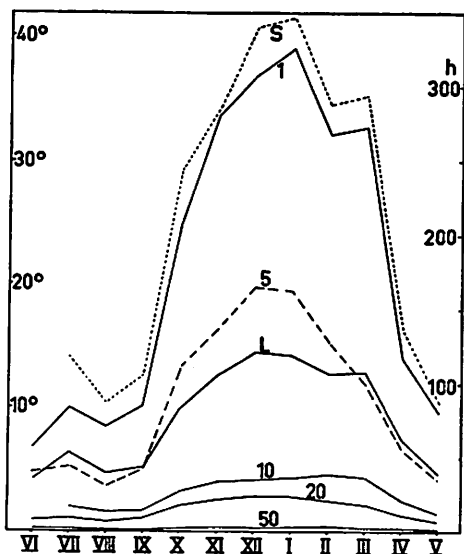


Abb. 5: Die monatsmittleren Temperaturamplituden der Luft (L) und des Bodens in 1, 5, 10, 20 und 50 cm Bodentiefe und die monatliche Sonnenscheindauer in Mininco 1953/54. (S = Sonnenscheindauer in Stunden).

noch zu analysierender Bedeutung sein dürften. Etwas überspitzt ausgedrückt könnte man etwa sagen: die unter solcher klimatischer Diskordanz der Sonne ausgesetzten Oberflächen erwärmen sich im Verhältnis zur Atmosphäre stärker als in anderen Gebieten. Da Boden, Wasserspiegel, Blätter usw. solche der Sonne ausgesetzte und biologisch höchst aktive Oberflächen darstellen, sind grundsätzlich weitreichende und mannigfaltige Wirkungen der Diskordanz zu erwarten. Die Ähnlichkeit dieser Beziehungen mit Gebirgsbedingungen (hohe Strahlung bei niedrigen Lufttemperaturen) ist ohne weiteres klar.

	a	b	c
t_L	- 3.00	21.2	37.3
t_B 1 cm	+ 3.61	47.5	61.6
5 cm	+ 0.67	32.3	45.4
10 cm	- 0.72	19.1	25.1
20 cm	+ 0.38	19.0	23.0
50 cm	± 0.00	14.7	17.2

Tabelle 5: Abweichungen der mittleren Jahrestemperatur der Luft und der verschiedenen Bodentiefen von der Mitteltemperatur in 50 cm Tiefe (a) und mittlere (b) und absolute (c) Amplitude der Temperaturen.

c) Sonnenbestrahlung und t-Amplituden:

Dem Tagesrhythmus der Strahlung — der täglichen Einstrahlung entspricht ja weitgehend auch die nächtliche Ausstrahlung — muß also die Tagesamplitude der Temperaturen umso strenger folgen, je näher an der absorbierenden oder ausstrahlenden Fläche gemessen wird. Diese Beziehung erhellt in wünschenswerter Eindeutigkeit Abb. 5 (vgl. Tab. 3 und 6).

Tabelle 6: Monatliche Regenmenge, Sonnenscheindauer und monatsmittlere relative Luftfeuchtigkeit in Prozenten zu den drei täglichen Hauptterminen. Für Juni 1953 liegen Sonnenscheinaufzeichnungen nur unvollständig vor und für Juni und Juli 1953 fehlen vollständige Meßreihen der Luftfeuchte.

	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	1953/54
Regen, mm	77.9	279.3	290.7	276.4	26.9	25.2	24.7	0.6	47.9	0.1	123.1	207.3	1380.1
Sonnenschein, h/Monat	—	118.3	86.4	104.8	244.0	303.0	339.5	348.0	238.4	296.0	137.0	87.2	
h/Tag	—	3.8	2.8	3.5	7.9	10.1	11.0	11.2	10.3	9.5	4.5	2.9	
Luftfeuchte, % 7 h	—	—	93.6	94.1	91.3	88.6	81.7	83.1	82.6	83.8	92.6	92.5	
13 h	—	—	81.2	77.4	61.8	51.8	44.2	40.4	43.3	47.0	70.0	80.8	
19 h	—	—	89.4	85.0	77.9	68.4	53.3	53.7	54.9	57.1	77.1	86.3	

Ohne daß exakte Beobachtungsreihen dazu vorliegen, darf angenommen werden, daß im allgemeinen Perioden hoher täglicher Einstrahlung sich zugleich durch entsprechende nächtliche Ausstrahlungswerte kennzeichnen, so daß die t-Amplitude also von beiden Seiten her bestimmt wird. Beachtenswert an Abb. 5 ist ferner, daß die Amplitudenbewegungen in den verschiedenen Bodentiefen sich in zwei deutlich unterschiedene Gruppen trennen lassen: 1 cm bis 5 cm mit großer Jahresschwankung und 10 cm bis 50 cm mit kleiner Jahresschwankung. Die im Vergleich mit tieferen Bodenschichten unverhältnismäßig starken t-Schwankungen der oberen Schichten treten in Abb. 8 noch deutlicher hervor.

d) Luftfeuchtigkeit und Wind:

Bei der sommerlichen Dürre spielt natürlich die Luftfeuchtigkeit eine maßgebende Rolle, deren monatsmittlere Jahresbewegung Abb. 6 (Tab. 6) wiedergibt. Die Regelmäßigkeit dieses Jahreslaufs entspricht weitgehend dem Temperatur-, dem Niederschlags- und dem Sonnenstrahlungsgange. Insbesondere fällt die Trockenheit der Nachmittage von Dezember bis März auf, während die Morgen dieser Sommermonate bei verhältnismäßig starker nächtlicher Abkühlung noch mittlere Feuchtigkeiten von über 80% aufweisen. Aus technischen Gründen war es nicht möglich, den in diesem

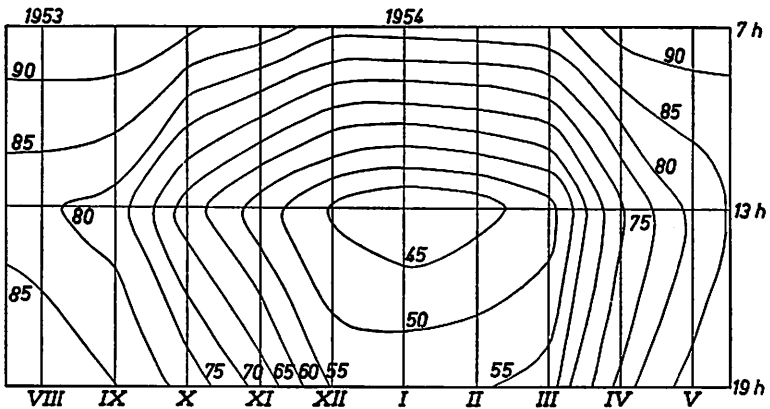


Abb. 6: Der Jahresgang 1953/54 der relativen Luftfeuchte in Isoplethendarstellung.

Zusammenhänge maßgeblichen Faktor Wind in die systematischen Messungen einzubeziehen. Stark trocknende und oft heftige und anhaltende Winde aus südlicher bis südwestlicher Richtung kennzeichnen das sommerliche Schönwetter und nehmen gewöhnlich von den frühen Vormittagsstunden bis zum späten Nachmittage an Stärke zu. Ihre produktionshemmenden Wirkungen fallen vor allem beim Getreidebau in die Augen (niedriges Korngewicht, Schrumpfkorn, Notreife usw.).

e) Jahresgang der Temperaturen und t-Amplituden in Isoplethendarstellung.

Bevor wir uns nunmehr der mikroklimatischen und bodenklimatischen Kennzeichnung der einzelnen Jahresabschnitte zuwenden, sei anhand einer

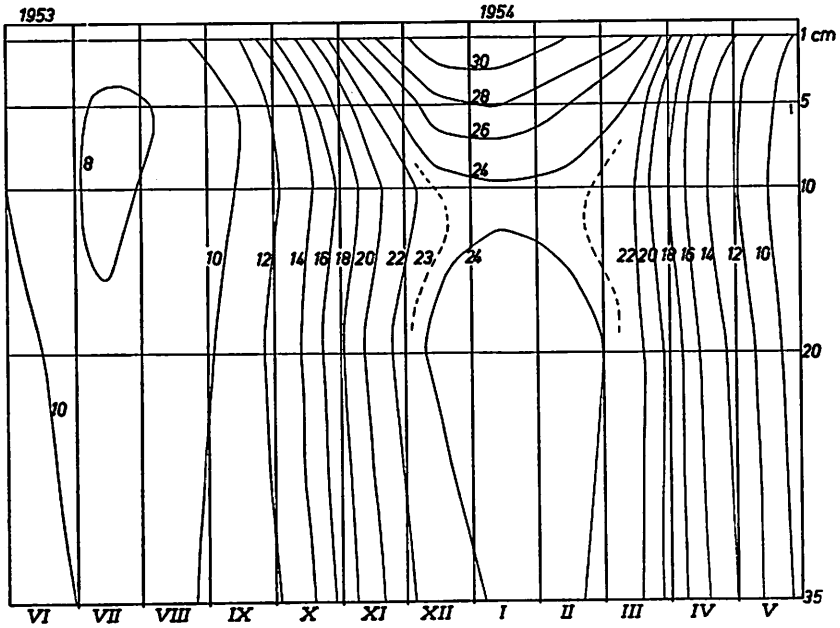


Abb. 7: Der Jahresgang 1953/54 der Bodentemperaturen in Isoplethendarstellung.

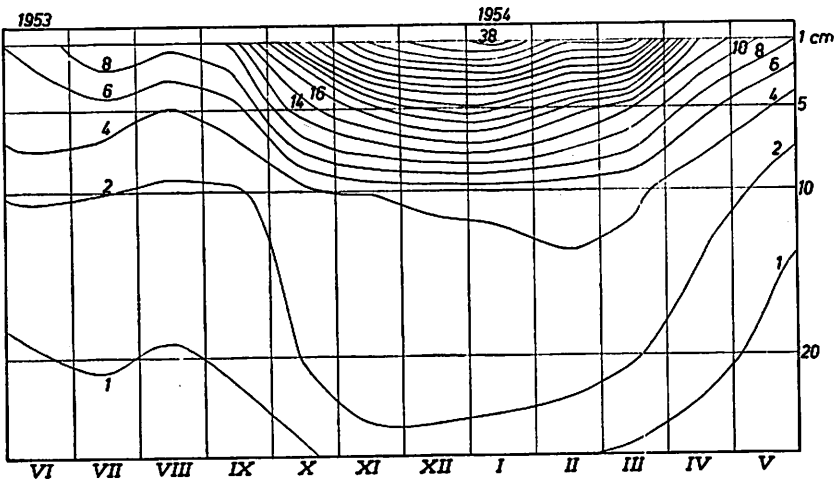


Abb. 8: Die monatsmittleren Tagesamplituden der Bodentemperaturen in Isoplethendarstellung.

Isoplethendarstellung der Bodentemperaturen (Abb. 7) und der entsprechenden mittleren Amplituden (Abb. 8) auf einige Grundmerkmale hingewiesen. Die verhältnismäßig geringe winterliche Einstrahlung reicht immerhin aus, um einen in geringer Tiefe (ca. 4—16 cm, Juli, Abb. 7) sich ent-

wickelnden Kältekern von weniger als 8° von der Oberfläche des Bodens fernzuhalten. Die Gradienten in meist nassem Boden sind in dieser Zeit so gering, daß es zweifelhaft erscheint, ob ein mehrjähriger Durchschnitt ähnliche Bilder zeigen würde. — Ferner fällt auf, daß die 24° -Isoplethe in den Sommermonaten nur annähernd bis 10 cm Bodentiefe vordringt, während sich gleichzeitig in etwas größerer Tiefe ein Wärmekern entwickelt, der im Januar bei 20 cm Tiefe den Wert von 25° eben überschreitet. Dieser Kern verdankt seine Entstehung wahrscheinlich dem Umstand, daß die horizontale Meßfläche sich an einem schwach geneigten Hange befindet, so daß aus den im ganzen größeren Strahlungseinnahmen desselben sich durch Leitung eine erhöhte Temperatur in einer Tiefe einstellen kann, die bei sommerlich trockenem Boden von nächtlichen Ausstrahlungen nicht mehr im entsprechenden Maße beeinflußt wird. Damit erweist sich, wie der Isoplethenverlauf im ganzen zeigt, wiederum, daß sich bei etwa 10 cm Bodentiefe eine thermische Grenzzone herausbildet, die man in Analogie zu limnologischen Verhältnissen als „Sprungschicht“ zu bezeichnen versucht ist. Diese tritt noch schärfer auf der folgenden Abbildung 8 hervor und kennzeichnet sich dadurch, daß sie nach oben eine Zone hoher t-Amplituden von einer thermisch nur wenig bewegten Unterlage trennt. Bodenökologisch ist diese Sprungschicht insofern wesentlich, als bis zu ihr hinab ein besonders kräftiger kurzfristiger Gaswechsel mit der Atmosphäre reicht (infolge Wärmeausdehnung), der seinerseits die Bodenverwitterung entsprechend fördern dürfte. Ferner erscheint es denkbar, daß sich im Bereiche dieser Sprungschicht oder unmittelbar unter ihr aus thermischen Gründen bevorzugt Wasser kondensiert, was u. a. auf die Wegigkeit des Bodens (Verdichtungen) und auf die Wurzelmorphologie einwirken könnte.

f) Mittelwertprofile der kennzeichnenden Monate und des Jahres:

Nach dieser Übersicht sind die in Abb. 9 wiedergegebenen vier thermischen Monatscharakteristiken und die zusammenfassende Jahrescharakteristik ohne weiteres verständlich. Sie geben für alle in Reihenummessungen kontrollierten Tiefen (50, 20, 10, 5 und 1 cm Bodentiefe und t_L, die der Einfachheit halber in 50 cm Höhe über dem Boden eingetragen ist, tatsächlich aber etwa 70 cm entspricht) die mittleren Extrem- und die Mittelwerte wieder. Dazu ist, soweit vollständige Meßreihen vorliegen, der Mittelwert der Extremthermometerablesungen an der Bodenoberfläche selbst durch fein gestrichelte Linien einbezogen. Schließlich entspricht die grob gestrichelte Achse jedes Profils der jeweiligen Mitteltemperatur in 50 cm Bodentiefe.

Die gemeinsamen Merkmale aller 5 Profile sind die folgenden:

- a) Die bei weitem größte t-Amplitude liegt stets an der Bodenoberfläche.
- b) Bei 10 cm Bodentiefe prägt sich eine mehr oder weniger deutliche Einschnürung der Amplituden aus.
- c) t_{B-50} liegt, wie bereits bemerkt, stets höher als die zugehörige t_L.
- d) Die mittleren Minima der verschiedenen Tiefen sind stets in einen mehr oder weniger regelmäßigen und kontinuierlichen Kurvenverlauf eingeordnet, während die Maximal- und Mittelwerte, vor allem bei 10 cm Bodentiefe gleichsinnige Unstetigkeiten aufweisen.

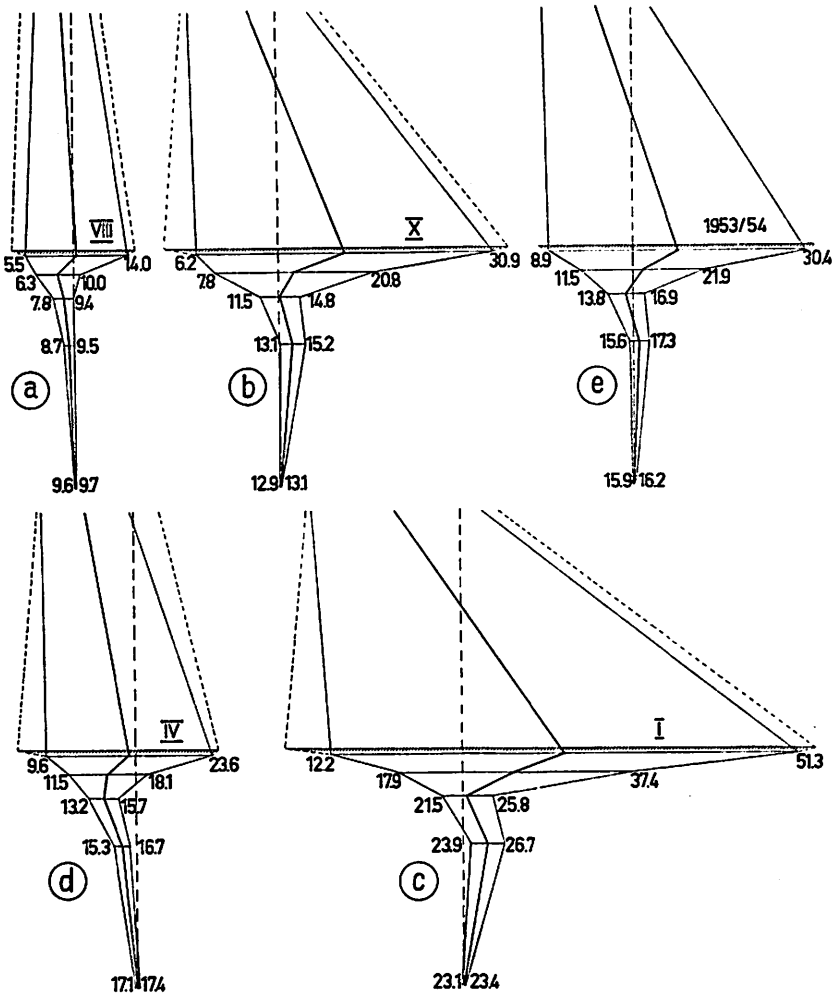


Abb. 9: Temperaturprofile des Bodens mit zugehörigen Lufttemperaturen für a) August 1953 b) Oktober 1953 c) Januar 1954 d) April 1954 e) Jahr 1953/54. Die durch Schraffierung hervorgehobene Waagrechte entspricht der Bodenoberfläche. Die mittleren Extremwerte und die Mittelwerte der Temperaturen der Luft und des Bodens in 1, 5, 10, 20 und 50 cm Tiefe sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Die senkrechte, lang gestrichelte Achse des Diagramms entspricht dem jeweiligen t-Mittel in 50 cm Tiefe. Das stark ausgezogene Profil im Mittelfelde gibt die Mitteltemperaturen der genannten Tiefen an. Außerdem sind durch fein gestrichelte Linien die auf Extremthermometermessungen beruhenden Mittelwerte der Tabelle 4 mit einbezogen. Weitere Erklärungen im Text.

Der Monat August kommt einer Homothermie in der Senkrechten unter den dargestellten Monaten am nächsten und spiegelt damit typische Winterbedingungen bei geringer Strahlung und hohem Wassergehalte des Bodens wieder. Auch wird hier, wie zu erwarten, die Bodenoberfläche von

der Achse dem Mittelwerte am nächsten geschnitten, so daß diese fast zur Symmetrieachse wird. Während dann im hier nicht abgebildeten September die Achse unterhalb von 5 cm Bodentiefe fast mit der Symmetrieachse zusammenfällt, entwickelt sich in der Oberfläche infolge rasch steigender mittlerer Maxima schon eine ausgeprägt einseitige Ausdehnung des Profils nach rechts. Diese Schiefheit nimmt nun bis zum Januar dauernd zu. Das Oktoberbild (b) ähnelt auffallend dem Jahresprofile (e). Im Januar erreichen nicht nur die oberflächennahen Amplituden ihre größte Ausdehnung, sondern außerdem ist hier die „Einschnürung“ in 10 cm Bodentiefe relativ am stärksten ausgeprägt, was bei trockenem Boden und breiter Tagesschwankung der t_L der intensiven Strahlung entspricht. Im April (d) werden dann bei schrumpfenden Amplituden durch den nach links geneigten Verlauf der Mitteltemperaturen in den verschiedenen Tiefen die Wärmereserven des tieferen Bodens besonders deutlich. Die im Jahresprofile (e) erkennbaren Abweichungen der Mittelwerte von der Achse sind in Tabelle 5 zusammengestellt. Beachtung verdient in dieser Charakteristik u. a. die im Verhältnis zur Achse hohe Lage der t_B-1 . Die mittleren Maxima dieser Tiefe liegen in allen Monaten des Jahres über dem Achsenwerte.

4. Das Ortsklima in ökologischer Sicht.

a) Die ökologischen Krisen des Jahres:

Der Versuch, die geschilderten mikro- und bodenklimatischen Eigenarten des Untersuchungsgebiets mit gewissen ökologischen und produktionsbiologischen „Chilenismen“ in Beziehung zu setzen, stößt auf eine Reihe von Schwierigkeiten. Insbesondere stehen uns nur sehr spärliche Vergleichsmöglichkeiten mit anderen Gebieten zur Verfügung. Außerdem waren für Chile selbst im Sinne der Problemstellung auswertbare Vorarbeiten nicht auffindbar. Beide Hindernisse mögen z. T. durch den Mangel an Fachschrifttum bedingt sein, der bei einer weitgehend improvisierten Feldstation, die seit kaum 3 Jahren besteht, wohl vorerst in Kauf genommen werden muß. Es kommt hinzu, daß die Freilandbeobachtung im Jahreslaufe eine derart große Mannigfaltigkeit von Einzelercheinungen vermittelt, daß die Einordnung solcher Fülle in ein wirklichkeitsgetreues Gesamtbild nur schrittweise durchführbar ist. Obwohl der Grundriß des nachstehend skizzierten Gesamtbildes als Hypothese bereits vor Gründung unserer Feldstation (etwa seit Ende 1951) als Richtschnur unserer Bemühungen diente, erfordern auch jetzt noch zahlreiche Einzelheiten eine genauere Prüfung. Doch auch auf die Gefahr hin, daß in solchen Einzelheiten mancherlei Irrtümer enthalten sein mögen, entschlossen wir uns, sie zum Teil in diese Darstellung einzubeziehen; denn einerseits erscheint es ratsam, das offensichtlich bestehende Beziehungsgefüge im ganzen zur Diskussion zu stellen, und andererseits besteht kein Zweifel darüber, daß durch spätere Verbesserung etwa irriger Deutungen die Übersichtsskizze der ökologischen Sonderartung unseres Gebiets als solche keine grundsätzliche Wandlung erfahren wird. Endlich fordern praktische Notwendig-

keiten einer agrarmeteorologischen und allgemein bioklimatischen Erfassung der südchilenischen Kulturlandschaften das Wagnis eines solchen ersten Versuchs ordnender Übersicht.

Aus den in den vorigen Abschnitten mitgeteilten Beobachtungen erhellt, daß der gewohnte Begriff der Jahreszeiten, der zugleich den astronomischen Ablauf und den Entwicklungsgang der Vegetation harmonisch umschließt, in diesem Gebiete nicht ohne Zwang anwendbar ist, weil der Rhythmus der klimatischen und meteorologischen Faktoren zu ganz andersartigen Einschnitten in das biologische Jahresgeschehen führt, zu Einschnitten, die gerade in der Vegetation der Kulturlandschaften den der Pflanze innewohnenden Entwicklungsablauf unterbrechen, ablenken, beschleunigen oder bremsen.

Die Tatsache, daß das südliche Chile ursprünglich wohl zum größeren Teile von immergrünen Wäldern bedeckt war, läßt erkennen, daß die dem Klima entsprechenden Vegetationsformen sich durch eine zwar periodisch schwankende, aber andauernde Aktivität ohne jahreszeitliche Unterbrechung kennzeichnen. Der hinreichend ausgedehnte Wald gleicht den klimagegebenen Wärme- und Wasserhaushalt einer Landschaft aus, so daß diesbezügliche Mangel- und Überschußperioden überbrückt werden können, ohne Produktionspausen oder gewaltsame Ablenkungen des art-eigenen Entwicklungsverlaufs zu verursachen. Dahingegen setzen die Monate der kühleren Jahreszeit bei gleichzeitiger Strahlungsminderung durch Bewölkungszunahme und mikroklimatischer Verschärfung der tiefen Temperaturen in Bodennähe und die Sommermonate vor allem durch Wassermangel im Bereiche der Einjährigen inerhalb der offenen Kulturlandschaft zwei periodische Einschnitte, die in weiten Gebieten Produktionspausen der nicht baum- oder strauchartigen Vegetation erzwingen. Anstelle der Jahreszeiten im eigentlichen Sinne treten also in diesen Räumen periodische Krisenzeiten der pflanzlichen Aktivität, die sowohl positive wie negative Vorzeichen tragen können. Vor und nach jeder der beiden genannten Produktionspausen werden mehr oder weniger kurze Perioden durchlaufen, die annähernd optimale Gesamtbedingungen der pflanzlichen Produktion bringen und dabei zeitlich für die verschiedenen Arten oft erheblich voneinander abweichen. Mit dieser grundsätzlichen Überlegung ist das Prinzip der ökologischen Gliederung des südchilenischen Vegetationsjahres bereits gegeben. — Die Ausprägung der Krisencharaktere wird nun noch dadurch verschärft, daß ein großer Teil der Arten, die die Kulturlandschaft beherrschen, aus andersgearteten Klimagebieten stammt und daher im arteigenen Entwicklungsgange besonders nachhaltig beeinflußt wird. Man darf aus dem Mitgeteilten schließen, daß die hier zu höchsten Leistungen befähigten Arten entweder euryök (vor allem im Hinblick auf Wärme- und Wasserfaktor) sein oder als stenöke sich durch eine kurze Vegetationsperiode auszeichnen müssen.

Um eine voreilige Schematisierung zu vermeiden und doch zugleich ein entwicklungsfähiges und übersichtliches Gerüst der Vorgänge zu gewinnen, folgen wir, die beobachteten Vegetationserscheinungen in Verbindung mit dem Gange der meteorologisch-mikroklimatischen Faktoren ordnend, vorerst beschreibend dem Jahreslaufe. Dabei werden vorbehaltlich spä-

terer Abänderungen und Ergänzungen, fünf dem Jahreslaufe eigentümliche ökologische Krisen unterschieden. Dieses vorläufige Gerüst entstand aus unseren seit 1950 im südlichen Längstale, etwa zwischen Chillán im Norden und Llanquihue im Süden, gesammelten Beobachtungen und wird durch oben erörterte Jahresbeobachtungen ergänzt.

b) Die Winterkrise des nackten Bodens:

Während in Mitteleuropa und anderen Gebieten ähnlichen Klimas der Boden des offenen Geländes durch Frost und Schneedecke eine winterliche Ruhe durchmacht und in den typischen Subtropen eine noch recht hohe Vegetationsaktivität die kühlere Jahreszeit zu überbrücken pflegt, herrscht im südlichen Chile bei höchsten Niederschlägen die stärkste Abwärtsbewegung des Wassers im Boden. Die in dieser Periode bestehenden Temperaturen des Bodens und der Luft sind durchweg zu hoch, um ein anhaltendes Gefrieren zu verursachen, und zu niedrig, um eine den Regenmengen auch nur annähernd angemessene Vegetationsaktivität zu erlauben. Die unmittelbare Beobachtung lehrt in Übereinstimmung mit der landwirtschaftlichen Erfahrung, daß jedem stärkeren Absinken der Temperatur Strahlungstage unmittelbar folgen und daß jede stärkere Lufterwärmung temperatursenkende Regen zur Folge hat.

Die unmittelbaren Folgen der starken Regenfälle bei geringen Temperaturen sind:

a) Auslaugung des Bodens.

b) Verschwemmung und Auswaschung der Krume.

c) Wasserstau auf mehr oder weniger verdichteten Schichten (Pflugsohle, Sprungschicht, vgl. S. 156 ff.).

In besonders hohem Grade sind nackte Ackerböden den schädlichen Folgen dieser Erscheinungen ausgesetzt. Durch Auslaugung und Abbeförderung mit den in die Tiefe abfließenden Wässern werden unter den lebensnotwendigen Elementen vor allem Magnesium, Kalium, Kalzium und Kupfer betroffen, deren pflanzenphysiologischer Mangel in Mininco und einigen anderen Gütern des südlichen Chile durch Düngungsversuche, also indirekt, nachgewiesen werden konnte (15). Die Auslaugung mineralischer Bestandteile des Bodens wird wahrscheinlich durch die zeitlich vorangehende sommerliche Austrocknung und Erhitzung und die damit verbundene chemische und physikalische Aufschließung gesteigert. Im einzelnen sind die Verhältnisse noch analytisch und experimentell zu klären.

Der winterliche Wasserüberschuß fördert notwendig auch die Bodenverdichtung und damit die schärfere Ausprägung der an sich schon weit verbreiteten Pflugsohlen. So erklärt sich, daß durch Anwendung von Untergrundmeißeln am Pflug (Modell Drossel A der Raabewerke) bei der Platterbse (*LATHYRUS SATIVUS L.*) gesicherte Ertragssteigerungen von über 10% erreicht werden konnten.

Unter den winterlichen Bodenangriffen ist ferner der Einfluß des *Kammes* nicht zu unterschätzen. Bei beträchtlichen örtlichen Größen- und Häufigkeitsunterschieden, die das reiche mikroklimatische Mosaik dieser Landschaften besonders schön hervorheben, wird *Kammes* im

gesamten Gebiete sehr häufig angetroffen, was bei den günstigen Voraussetzungen zu seiner Entstehung verständlich ist (hohe Bodenfeuchtigkeit, auch bei winterlichem Strahlungswetter große Tagesamplituden der Temperatur in Bodennähe). Im offenen Gelände kann man am Morgen der recht häufigen (S. 149) Frostwechseltage fast stets wenigstens stellenweise, oft aber auch auf ausgedehnten Flächen Kammeis beobachten (12), das die Bodenoberfläche entsprechend auflockert und vor allem im unebenen Gelände die Erosionswirkungen späterer Regenfälle erhöht.

Die winterlichen Temperaturprofile des Bodens (Abb. 9a und d) lassen jedoch auch erkennen, daß in unmittelbarer Nachbarschaft der Oberfläche auch in dieser Jahreszeit noch so breite t-Amplituden auftreten, daß in diesem Bereiche eine pflanzliche Produktivität durchaus möglich ist. Die Maximalwerte werden zudem nur unter Einfluß der Sonnenstrahlung, also bei gleichzeitig günstigen Lichtbedingungen der Assimilation erreicht, während die Minima in die Nachtstunden fallen, was eine Einschränkung der Atmung und damit einen indirekten Substanzgewinn bedeuten dürfte. Die aus den erwähnten Temperaturprofilen abzuleitende theoretische Forderung, daß unter südchilenischen Winterbedingungen die Vegetationsformen begünstigt werden, die durch ihre morphologische Struktur am besten zur Ausnutzung des bodennahen Mikroklimas befähigt sind, wird durch die Beobachtung durchaus bestätigt.

Während der kühlen und feuchten Monate besiedeln sich umgebrochene oder durch die vorangehende sommerliche Dürre oder durch Beweidung ihrer Vegetation mehr oder weniger entkleidete Flächen ganz überwiegend mit **basalen Rosetten**. Unter den im Gebiete von Mininco vorherrschenden Arten dieser Gestalt sind neben vielen anderen zu nennen:

ECHIUM VULGARE L. (Bild 2)
CENTAUREA MELITENSIS L.
CICHORIUM INTYBUS L.
PLANTAGO LANCEOLATA L.
ERODIUM CICUTARIUM L'HÉRIT.
HYPOCHOERIS SP., *SENECIO* SP.

Ökologisch betrachtet ist die basale Rosette diejenige Pflanzengestalt, die mit ihren nur auf und unmittelbar über dem Boden ausgebreiteten Assimilationsflächen den in seinen thermischen Bedingungen dieser Zeit optimalen Raum einnimmt und die deshalb im südchilenischen Winter jedem anderen Gestalttypus überlegen ist. Zugleich belegt jedoch die basale Rosette unter allen Gestalttypen die im Verhältnis zu ihrer Gesamtmasse größte Bodenoberfläche. Damit verhindert sie weitgehend die spätere Entfaltung anderer Arten. Diese Verhältnisse können sich kraß in der Artenzusammensetzung von Viehweiden auswirken und hier besonders die Gräser verdrängen. Dabei erfahren gerade im Winter die nach Norden exponierten Flächen, wie zu erwarten, eine ausgesprochene Förderung, die sich zugunsten der Rosettenausbreitung auswirkt. Das nachstehende summarische Versuchsergebnis, das in Verfolgung anderer Fragestellungen mehr zufällig gewonnen wurde, beleuchtet das Ausmaß dieser Förderung. Im März 1953 wurden zum Zwecke mikroklimatischer Beobachtungen auf

freiem Felde mehrere rund 10 m lange und etwa 60 cm hohe Bodenwälle in ungefähr ostwestlicher Richtung angelegt und sich selbst überlassen. Von der auf ihnen angesiedelten Vegetation wurden Mitte Dezember 1953 nach Hangrichtungen getrennt 2×4 quantitative Quadratmeterproben entnommen, die sich aus insgesamt 41 Arten, darunter 12 Gräsern, zusammensetzten. Die nach Norden fallenden Flächen waren in dieser Zeit zu über $\frac{9}{10}$ von kräftigen Rosetten (vor allem *ECHIUM VULGARE* und *CENTAUREA MELITENSIS*) bedeckt, während diese auf der Südseite weniger als die Hälfte der Gesamtfläche einnahmen und damit eine gute Entfaltung von Gräsern erlaubten. Zahlenmäßig bot sich folgendes Bild:

		Südhänge	Nordhänge
g Pflanzenmasse mit Wurzel	je m ²	1869	4897 (Frischgewicht)
Anzahl der Graspflanzen	je m ²	112.5	27.8
Anzahl der <i>ECHIUM</i> pflanzen	je m ²	28.1	22.5
Anzahl der <i>CENTAUREA</i> pflanzen	je m ²	18.2	20.0

Systematische Durcharbeitung und quantitative Trennung der Artenanteile wurden leider nicht vorgenommen, doch lassen die mitgeteilten Zahlen wenigstens in groben Zügen die ökologische Bedeutung der basalen Rosette unter den behandelten Bedingungen erkennen.

Übrigens bietet die Gestalt der basalen Rosette auch unter extremen Wärme- und Dürrebedingungen des Sommers auf spärlich und nicht zusammenhängend besiedelten Flächen offenbar ökologische Vorteile, da sie den Bereich des Vegetationskegels und die Sproßachse, also ihren zentralen Raum, wirksam gegen Überhitzung schützt, ohne die nächtliche Abkühlung nennenswert zu hindern. So betrug die t_{B-1} im nackten Boden am 4. 12. 1952 um 15 Uhr bei t_L 36,8°, neben einer kräftigen *ECHIUM*-Rosette 62,8° und weniger als 10 cm davon entfernt unter den *ECHIUM*-Blättern nur 53,1°. Die äußeren Spitzen der den Boden berührenden Rosettenblätter begannen in dieser Zeit abzusterben und sich erst schwarzbraun und dann weißgrau zu verfärben. (Sehr ähnliche Bilder treten auch bei Bodenfrostschäden auf). Die zentralen Rosettenteile und die Sprosse waren zwei Monate später noch völlig intakt, während in der Nähe ausgebreitete Polster von *ANAGALLIS ALTERNIFOLIA* CAV. mit je etwa 0,5 bis 1 m² Fläche von innen heraus mit dunkelbrauner Verfärbung bis auf einen schmalen ringförmigen Randsaum offenbar durch Überhitzung abgestorben waren. Da über die Ökologie der basalen Rosette an anderer Stelle ausführlicher berichtet wird, mögen diese Hinweise hier genügen, um anzudeuten, in wie hohem Grade dieser Gestalttyp dem örtlichen Mikroklimacharakter angemessen ist. Die winterliche Produktivität und die sommerliche Widerstandsfähigkeit verschiedener Arten mit basaler Rosette sind sicher nicht allein durch artspezifische Resistenz, sondern eben auch durch morphologische Faktoren bedingt, die örtlich und regional ökologische Vorzüge bieten. — Daher liegt die Vermutung nahe, daß auch die verhältnismäßig hohen Produktionsleistungen der Futter- und Zuckerrüben in Chile neben verschiedenen anderen Umständen (verlängerte Vegetationsperiode, At-

mungseinschränkung durch niedrige Nachttemperaturen, optimaler Lichtgenuß usw.) auch durch den morphologischen Charakter dieser Pflanzen günstig beeinflußt werden, eine Vermutung, die vielleicht für züchterische Zwecke von Belang ist.

Zusammenfassend kann nunmehr zur Winterkrise des nackten Bodens festgestellt werden: wegen unzureichender Temperatur- und Lichtverhältnisse können die winterlichen Regenüberschüsse von der pflanzlichen Produktion des offenen Geländes nur sehr unzureichend ausgewertet oder gespeichert werden und schädigen mithin durch die verschiedenen Formen der chemischen und mechanischen Auswaschung vor allem den nackten Boden. Entsprechend den in Bodennähe herrschenden Wärmebedingungen bietet der Gestalttyp der basalen Rosette wahrscheinlich die verhältnismäßig besten Voraussetzungen zu produktiver Leistung.

c) Der Frühjahrsimpuls:

Mit dem gewöhnlich steilen Abfall der Niederschlagshöhen und -häufigkeiten geht ein ebenso steiler Anstieg der Sonnenscheindauer und der oberflächennahen Temperaturen einher. Diese gegenläufigen, oben erörterten Entwicklungen (S. 149) bedingen ein verhältnismäßig kurz befristetes und zumeist scharf ausgeprägtes Optimum pflanzlicher Produktivität des offenen Geländes, die durch zunehmenden Wassermangel beendet wird. Um die Wirkungen dieses Impulses darstellbar erfassen zu können, wurden zwischen Ende September und Ende Dezember 1953 unter anderem an 19 Senfaussaten (Aussaattermine in zweiwöchigem Abstände zwischen März und Oktober 1953) in etwa zehntägigem Abstände einige hundert Höhenmessungen vorgenommen, deren Ergebnis Abb. 10 wiedergibt. Jeder auf der Abbildung verzeichnete Punkt entspricht dem Mittelwerte von mindestens 3, meistens jedoch mehr als 6 Einzelmessungen an den bestwüchsigen Pflanzen der betreffenden Aussaat. Ohne auf hier zu weit führende Einzelheiten einzugehen, sei nur auf folgende Merkmale dieser Wachstumskurven hingewiesen:

1. Wuchshöhen über 1 m werden nur bei Aussaaten erreicht oder überschritten, die vor Anfang September stattfanden.
2. Nach Mitte November wird die 1-m-Grenze von keiner der Kontrollpflanzen mehr überschritten.
3. Gegen Mitte November ist die Hauptsteigung der Wachstumskurven bei allen normalwüchsigen Pflanzen bereits überschritten.
4. Die optimalen Leistungen werden von der 3. Aussaat (7. 4. 1953) erreicht. Ihr gegenüber bleiben die beiden ersten Aussaaten (10. 3. und 24. 3. 53) merklich zurück, was auf den Umstand zurückgeführt wird, daß diese als einzige des gesamten Versuchs wegen völliger Trockenheit des Bodens bis zum ersten stärkeren Regenfall im April (18. 4.) wiederholt gegossen wurden. Diese verhältnismäßig gleichmäßige Wasserversorgung hat wahrscheinlich jene ausgreifende Wurzelentwicklung, wie sie bei der folgenden, nicht gegossenen Aussaat bestand, verhindert.

Aus den dargestellten Beobachtungen darf mithin entnommen werden, daß der entscheidende Frühjahrsimpuls in diesem Jahre gegen Ende Sep-

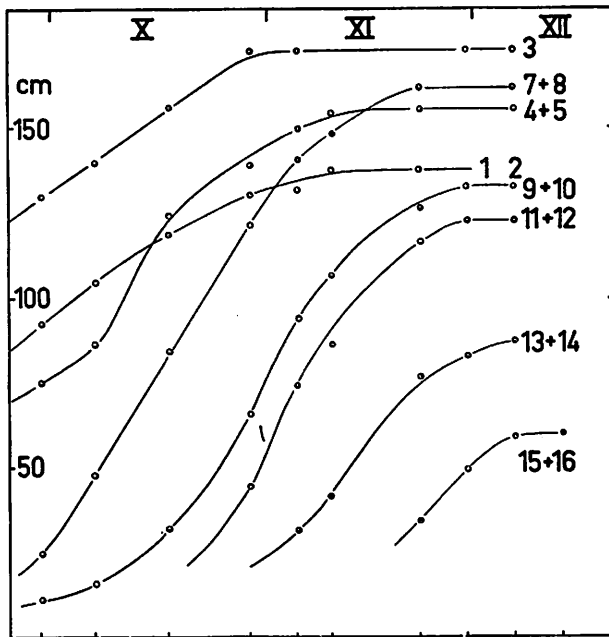


Abb. 10: Der Frühjahrsimpuls im Höhenzuwachs von Senf verschiedener Aussaatzeiten. Die römischen Ziffern oben geben die Beobachtungsmonate 1953 an, während auf der Abszisse selbst die Meßtage angezeigt sind. Die Ordinate entspricht den mittleren Höhen in cm. Die arabischen Ziffern rechts von den Wachstumskurven sind die mit Tabelle 8 übereinstimmenden Nummern der einzelnen Aussaaten, deren Datum dort zu entnehmen ist. Weitere Erläuterungen im Text.

tember bis Anfang Oktober eingesetzt hat und in der ersten Novemberhälfte bereits sichtbar abklingt. Ab Ende November ist auch bei anderen kontrollierten Pflanzen (Lein, Kümmel) unter gleichen Bedingungen, also ohne jede künstliche Bewässerung, kein nennenswerter Höhenzuwachs mehr festzustellen. Ein davon abweichendes Verhalten ist nur einigen Arten größerer Dürre-resistenz verschiedenen Ursprungs eigen (*LATHYRUS SATIVUS*, schossende Zuckerrübe, *CHARTAMUS TINCTORIUS*, *ECHIUM VULGARE*, *VERBASCUM SP.* us.). Bei diesen dauert eine merkliche Höhen- und Raumentwicklung noch wenige Wochen länger an.

Daß der jahreszeitlich bedingte Wachstumsimpuls nicht auf Einjährige beschränkt bleibt, ergibt sich aus vergleichenden Beobachtungen an der Brombeere, die im gleichen Zeitraume durchgeführt wurden. Jeder Punkt der in Abb. 11 wiedergegebenen Wachstumskurve beruht auf den entsprechenden Gewichtsbestimmungen von mindestens 20 m Langtrieb des vorigen Jahres. In der üppig entwickelten und umfangreichen Brombeerhecke ist der Steilanstieg der Wachstumskurve demnach bereits Anfang November beendet. Der Vergleich dieser Befunde mit den Abbildungen 2, 3 und 6 läßt darauf schließen, daß der ab Ende September kräftig einsetzende Wachstumsimpuls durch rasch steigende Belichtung und Erwärmung

ausgelöst wird und dann infolge einer zunehmenden Störung des Wasserhaushalts bei weiter ansteigenden Temperaturen Anfang November rasch abklingt. Zur Vervollständigung des Bildes wären im Vergleiche mit messenden Zuwachsbestimmungen vor allem Bodenfeuchte, Taufall, Windwirkungen und Luftfeuchte laufend zu kontrollieren, was uns bisher aus technischen Gründen nicht möglich war.

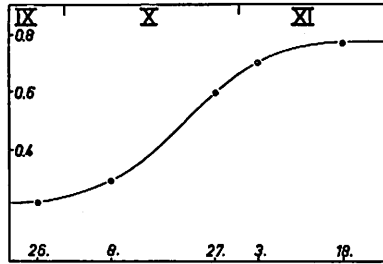


Abb. 11: Der Frühjahrsimpuls im relativen Gewichtszuwachs junger Brombeertriebe. Auf der Ordinate ist das Gewicht der jungen Triebe im Verhältnis zum gesamten Langtriebe des Vorjahres angegeben. Jeder Kurvenpunkt entspricht dem von mindestens 20 m Langtrieb gewonnenen Werte. Die Abszisse zeigt die Meßtage an. Weitere Erklärungen im Text.

d) Die Frühsommerkrise:

Ab Anfang November machen sich bereits die ersten Dürreerscheinungen bemerkbar, die anscheinend durch die übermäßige Wasserversorgung während der vorangehenden Monate und durch die plötzliche Witterungsumstimmung verschärft werden (S. 149). Dabei zeigen sich u.a. einige charakteristische morphologische Anomalien, die einen gewissen noch näher zu fassenden Indikatorwert besitzen dürften. So wird z.B. gelegentlich bei strauchförmigen Exemplaren des Arrayan (*MYRCEUGENELLA APICULATA* (DC.) Kausel die bis dahin normal verlaufende Blattentfaltung nicht mehr vollendet (Bild 3). Die entstehenden Krümmungen des Blattes, dessen Hälften nach oben zusammengefaltet bleiben, lassen sich ohne weiteres auf eine zu diesem Zeitpunkte einsetzende Disharmonie zwischen Nerv- und Spreitenwachstum zurückführen. Während das Streckungswachstum der Gefäße, vor allem des zentralen Stranges im Blatte schon gehemmt wird und dann ganz aufhört, schreitet das Spreitenwachstum noch einige Zeit fort. Die damit entstehenden gekrümmten Blattformen werden fixiert, ohne daß das Blatt selbst abstirbt. Im weiteren Verlaufe des Sommers kommt es allerdings häufig zu einer Nekrose, die vom Hauptnerv ausgeht und langsam auf einen größeren Teil der Spreite übergreift. Die nicht mehr entfaltenen Schrumpfbblätter sind überdies durchweg kleiner als die früher entfaltenen. Ähnliche Größenunterschiede zwischen älteren und jüngeren Blättern treten auch an anderen Sträuchern und niedrigen Bäumen (*PEUMUS BOLDUS MOLINA*, Boldo, *CRYPTOCARYA RUBRA SKEELS*, Peumo, *LITHRAEA CAUSTICA HOOK. et ARN*, Litre und anderen) im offenen Gelände nicht selten auf und dürften z. T. gleichfalls durch jahreszeitliche Störungen des Wasserhaushalts ausgelöst werden. Wahrscheinlich ist ferner die

stärkere Wölbung der später entwickelten Blätter beim Boldo und das ungewöhnlich buckelige Relief der Haselnußblätter (*CORYLUS AVELLANA* L.) wenigstens z. T. durch ähnlich bedingte Wachstumsdisharmonien zwischen Gefäßsystem und Spreite verursacht. Schließlich entwickeln sich an den verschiedensten Arten (*GUEVINA AVELLANA MOLINA*, Avellano, *HELIANTHUS ANNUUS* und *TUBEROSUS* u. a.) in den Sommermonaten oft löffel- bis napfförmige Blätter, die den Formen gleichen, die etwa bei der Sonnenblume durch Bormangel bedingt werden. Auch hier sind die entstehenden Formen zwanglos aus Disharmonien zwischen Gefäß- und Spreitenwachstum abzuleiten. Solche Disharmonien fallen in abweichender Form besonders am Erlenblatte (*ALNUS GLUTINOSA* L.) auf. Durch eine im Verhältnis zur Spreitenentfaltung verlangsamte Streckung der Hauptgefäße entstehen mehr oder weniger tiefe Einkerbungen anstelle der apikalen Blattspitze (Bild 4). Diese erscheint manchmal, wie es auch auf dem Bilde zu erkennen ist, an den Grund einer Einbuchtung zurückgezogen. Zum Unterschiede von *CORYLUS* und Arrayan und anderen treten dabei stärkere Spreitenwölbungen (buckeliges Relief) im Gefäßnetze nicht auf. Ähnliche, wenn auch nicht so ausgeprägte Einkerbungen der Blattspitze kommen auch bei *ROBINIA PSEUDACACIA* L. und beim Flieder vor. — Es ist nun bemerkenswert, daß die geschilderte morphologische Störung am Erlenblatte im Frühsommer 1953 (Okt. bis Nov.) in einer zweijährigen Pflanzung bei Villarica an allen beobachteten Pflanzen erscheint, während sie in Mininco und Yumbel, also einige hundert Kilometer weiter nördlich an etwa gleichaltrigen Pflanzen gleichen Ursprungs völlig fehlt. Dieser regionale Unterschied ist wahrscheinlich dadurch zu erklären, daß das gegen Wassermangel empfindliche Entfaltungsstadium an den beiden nördlichen Orten vor Einsatz der hemmenden Trockenheit durchlaufen wurde, während im Gebiete von Villarica bei temperaturbedingt späterer Blattentfaltung die Frühsommerkrise sich noch morphologisch auswirken kann. Sollte diese Annahme sich als zutreffend erweisen, so würde das Erlenblatt günstige Möglichkeiten zur näheren Kennzeichnung dieser Krise bieten.

Die Entstehungsweise der genannten morphologischen Anomalien des Blattes, die als Napf- oder Löffelformen oder als Spitzeneinziehung in die Augen fallen, wäre also klimaökologisch so zu deuten, daß die Anlage und Anfangsentwicklung des Blattes unter günstigen Wasserhaushaltsbedingungen (hohe Boden- und Luftfeuchte) erfolgt und dann bei steigender Temperatur und hemmender bis schädigender Verminderung des „Wassersfaktors“ unharmonisch und unvollständig zu Ende geführt wird.

Unter dieser Annahme wird verständlich, daß bei besonders schnellwüchsigen Arten die durch die Frühsommerkrise bedingten Schäden nicht auf Blattspitze und Blatt beschränkt bleiben, sondern größere periphere Teile der betreffenden Pflanzen treffen können. Eindrucksvolle Beispiele für derartige Krisenwirkungen bietet vor allem die im gesamten Gebiete häufige Wipfeldürre junger Kiefern (*PINUS RADIATA* DON.), über die bereits an anderer Stelle berichtet wurde (14). Diese wegen ihres hohen und ohne ausgeprägte Ruheperioden verlaufenden Zuwachses (in Mininco bei 3- bis 5jährigen Pflanzen durchschnittlich 1,4 mm Zuwachs je Tag) zur

Anforstung verarmter Böden praktisch ausschließlich benutzte Art beginnt bei Einsetzen trockenen Wetters zwischen September und Dezember ihre apikalen, stark wachsenden Sproßspitzen dem Winde entgegen zu biegen. Die bis über 45° betragenden Biegungen sind reversibel und folgen oft im Laufe von 24 Stunden einem völligen Richtungsumschlag des Windes (z. B. von Süd auf Nord). Die Ursache dieser Krümmungen könnte im einseitigen Wasserentzuge durch den Wind zu suchen sein, da es sich um noch unverholztes junges Gewebe handelt. Das Wachstum scheint in dieser Zeit bei steigenden Temperaturen und günstigen Lichtbedingungen besonders kräftig zu sein und wird anschließend durch die rasche Verminderung der Niederschläge, Erschöpfung der verfügbaren Bodenwasservorräte und steigende Windtrocknung, die vor allem im Wipfelbereiche angreift, verhältnismäßig plötzlich unterbrochen, ohne daß die Entfaltung der Sproßspitze und die volle Streckung ihrer Nadeln erreicht werden kann. Sobald die jungen Bäume mehr als etwa 1 m hoch geworden sind und bevor noch die gewöhnlich im 2 m-Quadratverbände angelegten Pflanzungen sich schließen, — also etwa zwischen dem dritten und fünften Jahre nach der Pflanzung — pflegt dann die Wipfeldürre im Sommer die größten Ausfälle und schwersten Deformationen zu verursachen. Der befallene Baum erleidet eine typische Formwandlung: er wird nach Verlust der Spitze buschförmig und durch verstärkte Verzweigung und Nadelentwicklung in Bodennähe auffallend dicht („Kugelschirmform“ C. Troll, vgl. 19). Am Wurzelbilde wipfeldürreter Bäume fällt auf, daß in geringer Bodentiefe ein vorwiegend horizontal verlaufendes stark verzweigtes Netz auftritt, während die Tiefenentwicklung gewöhnlich mangelhaft ist. Oft zeigt die annähernd senkrecht verlaufende Hauptwurzel in 20 bis 30 cm Tiefe eine steile und starke Verjüngung, die manchmal noch durch eine unmittelbar darüberliegende, fast zwiebelartige Verdickung mit reicher Verzweigung betont ist. Solche durch örtliche Eigenarten der Bodenart und -struktur und der Wasserverhältnisse mehr oder weniger abgewandelten Wurzelbilder werden ebenso wie die Kronendeformationen aus den Jahresbewegungen des Wasserhaushalts bis in mancherlei Einzelheiten hinein durchaus verständlich. Wenn die Brunnenpiegel in Mininco bei rund 1300 mm jährlicher Niederschlagssumme zwischen September und Februar um 10 mm und mehr fallen, dann ist auch zu erwarten, daß schnellwüchsige Jungforste in Schwierigkeiten der Wasserversorgung geraten. Der Vorgang stellt sich etwa folgendermaßen dar: Infolge der Bodenwasserüberschüsse während und unmittelbar nach der Regenzeit wird die Tiefenentwicklung der Wurzelsysteme in dieser Periode offenbar gehemmt. Der Wasserschwind geschieht anschließend durch Ausbleiben der Niederschläge, steigende Temperaturen, erhöhte Transpiration und trocknende Wirkung der Südwinde anscheinend zu schnell, als daß eine zureichende Tiefenentfaltung der Wurzeln erfolgen könnte. Damit aber steigert sich die Dürrewirkung derart, daß die erwähnten Schäden vom Wipfel her den Baum treffen müssen.

Morphologisch fällt noch auf, daß selbst diese eingeführte Art (Bild 8) bei freiem Stande und in den skizzierten Deformationen deutlich dazu neigt, die von C. Troll als kennzeichnend für außertropische Gebiete der

südlichen Halbkugel erwähnte „Kugelschirmform“ der Krone zu entwickeln, die bei einheimischen Arten so ausgeprägt auftritt. *Trolls* Kennzeichnung der Kugelschirmform ist allgemein vielleicht noch dahin zu ergänzen, daß der freie Stamm relativ kurz zu sein pfllegt, daß also die Krone oft bis in Bodennähe herabreicht.

Von einer genaueren ökologischen Analyse der hier besprochenen, wirtschaftlich so bedeutsamen Art sind zweifellos wertvolle Aufschlüsse über die Wirkungsweise der Fröhsommerkrise zu erwarten. — Bei dieser Gelegenheit sei es gestattet, auf gewisse praktische Notwendigkeiten hinzuweisen, die für einen stärkeren Einsatz ökologischer Methoden und Denkweisen in der wirtschaftlichen Erschließung gerade der hier behandelten Landschaften sprechen. Bei der hohen wirtschaftlichen Bedeutung dieser Kiefer im mittleren Chile ist es verständlich, daß das stellenweise recht ernste Problem der dargestellten Wipfeldürre in Fach- und Laienkreisen immer wieder diskutiert wird. Die beobachteten Schäden wurden in der verschiedensten Weise, als Folgen eines Befalls mit einer Blutlaus (*PINEUS BÖRNERI*) oder verschiedener Pilze usw. zu erklären versucht, ohne daß nur ein Fall bekannt wäre, in dem man sich mit der ökologischen Seite des Problems befaßt hätte, die ja schließlich auch wesentlich gewesen wäre, wenn es sich tatsächlich um irgendeine Infektion gehandelt hätte. Die klimaökologische Sonderartung legt nicht nur in diesem Falle eine gründliche ökologische Sichtung, um nicht gleich von einer Durchforschung zu sprechen, nahe.

Indikatorwert zur genaueren Erfassung der Fröhsommerkrise scheinen schließlich in der Landwirtschaft noch folgende meßbaren Verhältnisse zu besitzen:

Tausendkorngewicht der Getreidearten,

Verhältnis zwischen Kornertrag und Tausendkorngewicht und Internodienabstände am Weizenhalme.

Dazu kommen noch alle jene vielfältigen Erscheinungen der dürrebedingten Notblüten und Notreifen.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß die Fröhsommerkrise durch eine rasch wachsende Gefährdung des pflanzlichen Wasserhaushaltes bei steil ansteigenden Temperaturen ausgelöst und durch vorangehende überoptimale Wasser- und Feuchtebedingungen verschärft wird. Die morphologischen Wirkungen dieser Krise zeigen regionale Unterschiede und haben zum Teil ökologischen Indikatorwert.

e) Die Sommerdürre:

Die im vorigen Abschnitte behandelten Erscheinungen betreffen zum Teil schon unmittelbar das Dürreproblem, das für weite Gebiete unserer Region regelmäßig jedes Jahr auftritt. Da zu den in zahlreichen Ländern durchgeführten Untersuchungen über die Dürreerscheinungen hier nichts grundsätzlich Neues gebracht werden kann, beschränken wir uns darauf, einige Eigenarten der südchilenischen Verhältnisse anzudeuten. Diese sind in der klimatischen Diskordanz begründet und bestehen vorzüglich in den folgenden Punkten:

1. Die Sommerdürre bricht ziemlich plötzlich in eine Periode höchster Vegetationsaktivität herein und folgt einem Zeitabschnitte des Wasserüberschusses, der vielfach eine volle Wurzelentfaltung, vor allem bei Kulturpflanzen, hemmt, Durch die damit entwicklungsbedingte Wasserverschwendung der Pflanzen dürften die Dürreschäden nicht selten verschärft werden.
2. Die der Diskordanz entsprechenden relativ großen Tagesamplituden der Temperatur mildern zu Beginn des Sommers teilweise die Dürrewirkungen durch kräftige Taufälle im offenen Gelände.
3. Eine wesentliche Verschärfung erfährt die Dürre im Laufe des Sommers durch die zunehmenden stark trocknenden Südwinde.
4. Auf den Mineralhaushalt der landwirtschaftlichen Böden scheinen die Dürrebedingungen bei hohen Temperaturen und intensiver Strahlung erheblich einzuwirken. Die Erhitzung und der durch große t-Amplituden gesteigerte Gaswechsel in den Oberflächenschichten des Bodens dürften die Verwitterung und Aufschließung dieser umso mehr fördern, je spärlicher die Bodenbedeckung ist. Damit werden zugleich die auslaugenden und verschwemmenden Wirkungen der Winterregen gesteigert.

Zu Beginn der Sommerdürre treten an zahlreichen Kulturarten Symptome für Schäden auf, die den durch bestimmte Mineralmängel verursachten (Chlorosen, Nekrosen, morphologischen Anomalien) oft völlig gleichen. Veranlaßt durch ihre Beobachtung und wegen Mangel an den notwendigen Mitteln außerstande die auftauchenden Fragen chemisch-analytisch zu lösen, führten wir in den Vegetationsjahren von 1950 bis 1953 in mehreren Gütern Mittel- und Südchiles und unter dankenswerter Mitarbeit einiger interessierter Landwirte in steigender Zahl planmäßige Düngungsversuche mit verschiedenen Elementen in Kleinparzellen durch. Angepaßt an die jeweiligen landwirtschaftlichen Belange dienten als Versuchspflanzen vor allem Weizen, Hafer, Gerste, Bohne, Sonnenblume, Zuckerrübe und Platterbse. Bei diesen Versuchen (15) wurden gesicherte Ertragssteigerungen und Qualitätsverbesserungen (z. B. Korngewicht) erzielt durch Anwendung von

Magnesiumsulfat	zu Weizen, Zuckerrübe, im Raum von Mininco bis Freire
Kupfersulfat	zu Weizen, Sonnenblume, im Raum von Mininco bis Freire
Mangansulfat	zu Weizen, im Raum von Temuco bis Freire
Borax	zu Sonnenblume, Rübe, im Raum von Los Angeles bis Freire
Zinksulfat	zu Bohne, Sonnenblume, Rübe, in Concepción, Freire.

Außerdem zeigten sich in Mininco zu mehreren Versuchsarten gesicherte positive Sulfatwirkungen, die auch für den Raum von Los Angeles und Temuco wahrscheinlich sind. Solange keine entsprechenden Reihen von Bodenanalysen vorliegen, muß mithin damit gerechnet werden, daß die indirekt, d. h. durch Ertragssteigerungen bei entsprechender Düngung

festgestellten produktionshemmenden Mineralmängel durch die Sonderbedingungen der Sommerdürre verschärft werden. — Landwirtschaftlich äußern sich die Folgen der Sommerdürre allgemein in der Senkung der Korngewichte.

f) Der Spätsommerimpuls:

stellt die letzte für den sommertrockenen Teil des Landes regional charakteristische Vegetationskrise des Jahres dar, die ebenso wie die vier vorhergehenden schon aus dem Gange der meteorologischen Faktoren abzulesen ist. Die ersten stärkeren Niederschläge, welche die Sommerdürre beenden, schaffen bei noch recht hohen Temperaturen unvermittelt nahezu optimale Wuchsbedingungen für viele Arten. Diese einschneidende ökologische Umstimmung wird manchmal schon gegen Ende Januar durch verstärkte Taufälle eingeleitet. Der Frühsommerkrise ähnlich löst der Spätsommerimpuls zuerst einmal mancherlei morphologische Anomalien aus, die dadurch entstehen, daß das durch die Dürre unterbrochene Wachstum wieder auflebt. Als erste und auffälligste Erscheinung dieses Abschnittes wurden im Februar 1953 in Mininco bis zu 8 cm über die Bodenoberfläche erhobene basale Rosetten von *ECHIUM* und *PLANTAGO LANCEOLATA* beobachtet. Derartige Bildungen wurden jedoch bisher noch nicht wieder gefunden. Häufige durch Spätsommerimpuls verursachte Anomalien bei *ECHIUM* veranschaulichen die Bilder 5 u. 6. Der Impuls scheint eine der jeweiligen Entwicklungsphase entsprechende Aktivität auszulösen, so daß entweder ein fast abgeblühter Blütenstand weitertreibt oder daß sich Achselknospen entfalten, aus denen dann häufig sekundäre Rosetten entstehen. Bei *VERBASCUM*, *MELILOTUS* u. a. werden in dieser Zeit aus Achselknospen neue Blütensprosse getrieben. Bei *MELILOTUS* keimen gelegentlich in den folgenden Monaten (April - Mai) die reifen Samen an der Pflanze schon aus, während dicht daneben noch Spätblüten in voller Entfaltung stehen. Bald nach den ersten stärkeren Regenfällen erscheinen auch Spätblüten bei zahlreichen anderen Pflanzen. Recht eindrucksvoll wirken in dieser Zeit Holundersträucher (*SAMBUCUS NIGRA* L.), die neben reifen Früchten voll entfaltete Blütenstände tragen (Bild 7a). (Während diese Spätblüte an allen 12 in Mininco stehenden Holundersträuchern auftrat, fehlte sie an den wenigen Exemplaren, die in dieser Zeit in Los Angeles beobachtet wurden). Von weiteren Blüten, die in den ersten Monaten der Jahre 1953 und 1954 durch den Spätsommerimpuls ausgelöst wurden, sind zu nennen:

CESTRUM PARQUI L. HERIT.
ASTERICUM CHILENSE Q. et SCHL.
SOLANUM NIGRUM L.
ADESMIA ARVENSIS PHIL.
ADESMIA VISCIDA BERT.
OXALIS PARVIFOLIA D. C.
SPERGULARIA RUBRA (L.) J. et C.
ERODIUM CICUTARIUM L. HERIT.
LINUM USITATISSIMUM L.

ULEX EUROPAEUS L. (blüht, wahrscheinlich in Nachwirkung von sommerlichen Windeinflüssen, bevorzugt an der Südseite der Sträucher).

CHRYSANTHEMUM LEUCANTHEMUM L.

CONVOLVULUS ARVENSIS L.

PLANTAGO LANCEOLATA L.

CICHORIUM INTYBUS L.

FOENICULUM SP.

ACHILLEA MILLEFOLIUM L.

CENTAUREA MELITENSIS L.

HYPOCHOERIS SP.

Die Auswirkungen des Spätsommerimpulses reichen tief in die Regenzeit hinein und rufen etwa bei *CORYLUS AVELLANA* Anfang Juni 1954 ähnlich wie in anderen Jahren eine kräftige, vorwiegend männliche Blühtätigkeit hervor. Bemerkenswert ist dabei, daß sich nur ein Teil der männlichen Blütenstände entfaltet, während eine etwa ebenso große Anzahl derselben vor der Entfaltung stehen bleibt, um erst am Ende des Winters in einer zweiten ausgeprägten Blühperiode aufzubrechen (Bild 7 b).

Da anschließend an die Blüten des Spätsommerimpulses bald die „normale“ Blütezeit verschiedener einheimischer Arten, besonders auffallend von *ACACIA DEALBATA* LINK. (Aromo chileno) gegen Ende Juni bis Anfang Juli eingeleitet, einsetzt, erleidet allgemein die Blühtätigkeit im Jahreslaufe keine völlige Unterbrechnung. Zu den Arten, an denen man praktisch zu jeder Zeit Blüten finden kann, gehört vor allem der wiederholt erwähnte Natternkopf. Diesen Verhältnissen entsprechend fehlt auch bei Bienenvölkern eine anhaltende Winterruhe.

g) Der Jahresrhythmus als Ganzes:

Im Gegenspiel von wechselnden Wasser- und Wärmebedingungen entsteht grob schematisch dargestellt das nachstehende Bild (Abb. 12) der Jahresgliederung, das etwa dem aus Monatsmitteln der Temperatur und der Luftfeuchte oder der Niederschlagssumme zu konstruierendem Klimogramm entspricht. Wie im ersten Teile dieser Mitteilung gezeigt wurde, ändert sich der Lichtfaktor (Sonnenscheindauer) in weitgehender Übereinstimmung mit dem Wärmefaktor, ohne jedoch ähnliche Extreme zu erreichen.

Die am weitesten aus den Bereichen optimaler Produktionsbedingungen herausfallenden Jahresabschnitte, die Sommerdürre und die Winterkrise, wirken naturgemäß auch am nachhaltigsten auf den nicht hinreichend geschützten Boden ein und rufen hier im Zusammenspiel außer den bereits angedeuteten mineralischen und organischen Verarmungen auch mancherlei Strukturveränderungen hervor, die ihrerseits die Vegetation in mannigfaltiger Weise beeinflussen.

Ohne den notwendigen Untersuchungen der Bodenstruktur und ihrer Beeinflussung durch extreme meteorologische Situationen vorzugreifen, lassen sich schon jetzt u. a. folgende allgemeinen Beobachtungen im Hinblick auf die hier behandelten Zusammenhänge nennen: Nackte oder nur un-

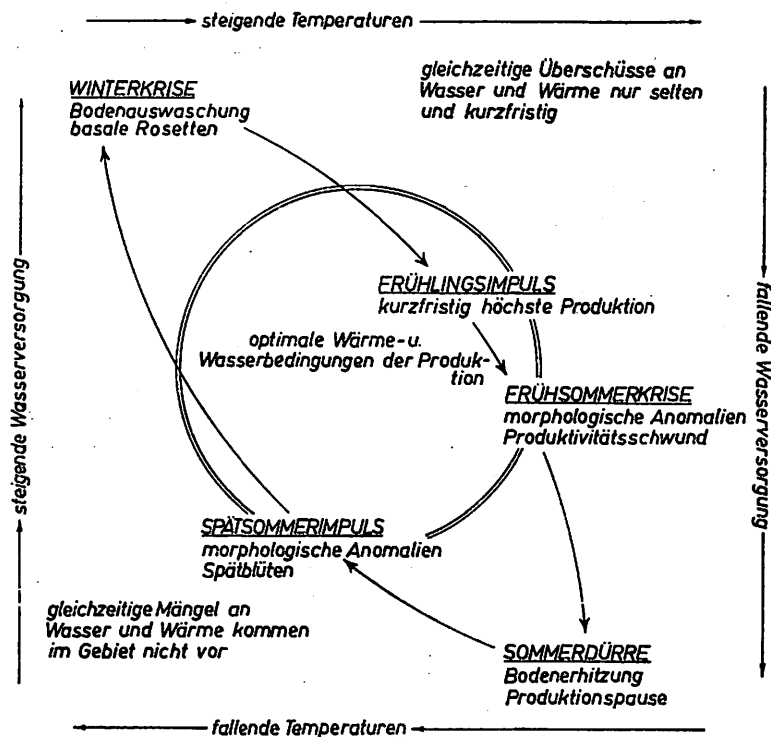


Abb. 12: Schema der regionalen Gliederung des Vegetationsjahres.

vollständig bedeckte Böden des gesamten Gebiets lassen eine zumeist 6 bis 10 cm tief reichende Zermürbung ihrer Oberflächenschicht erkennen. Insbesondere werden von diesem Verfall, der vorwiegend durch die sommerliche Erhitzung mit ihren großen Amplituden (Abb. 8) und die winterliche Verschwemmung bedingt sein dürfte, die sekundären Aggregate (Sekera, 16) betroffen, so daß es im Sommer bei den üblichen heftigen Südwinden über feinkörnigen, tonigen und lehmigen Böden zu beträchtlichen Staubentwicklungen, ja, zu ausgesprochenen Winderosionen kommt. Die verschlammenden und auswaschenden Wirkungen des Winters rufen dann an der Untergrenze der zermürbten Schicht mehr oder weniger deutlich abgesetzte Verdichtungen hervor. Im Einzelfalle ist es oft schwierig, so entstandene Verdichtungshorizonte von den gleichfalls sehr häufigen, meist in 10 bis 15 cm Tiefe liegenden echten Pflugsohlen zu trennen.

Weitere in der Klimadiskordanz liegende Eigenarten des jährlichen Witterungsverlaufs begünstigen ihrerseits in mannigfaltiger Weise solche produktionshemmenden und bodengefährdenden Schichtungen. Man kann vor allem in der Zeit der Frühsommerkrise bei Getreide, Klee und anderen Kulturpflanzen auch im bewässerten Lande eine überraschend hohe Neigung zum Welken beobachten und dann beim Freilegen der Wurzeln feststellen, daß diese wohl in die verdichteten Schichten eingedrungen sind,

aber in diesem Grenzhorizonte beim Einsetzen trockenen Wetters großenteils absterben. Wie deutlich sich solche Schichtstrukturen wurzelmorphologisch ausprägen können, zeigt die Abbildung 13 (Tabelle 7), in der die prozentualen Häufigkeiten anormaler Pfahlwurzelverzweigungen bei *ECHIUM VULGARE* auf unseren unbewässerten Versuchsfeldern in Mi-

	ungedüngt	gedüngt
1. Anzahl je m ²	182	83
2. g Grünmasse je m ²	1006	2 958
3. Anzahl gemessen	269	159
4. Anzahl verzweigt	154	100
5. % verzweigt	57.3	62.9
6. M Verzweigungstiefe	6.22	4.98
σ	1.94	2.23
V	31.2	48.3
7. Tiefenklassen, cm	prozentuale Häufigkeiten	
1.0 — 1.9	1.9	6.0
2.0 — 2.9	3.3	13.0
3.0 — 3.9	3.9	18.0
4.0 — 4.9	18.8	23.0
5.0 — 5.9	17.5	10.0
6.0 — 6.9	22.1	10.0
7.0 — 7.9	15.6	9.0
8.0 — 8.9	8.4	3.0
9.0 — 9.9	4.6	7.0
10.0 — 10.9	3.9	1.0

Tabelle 7: *ECHIUM VULGARE*, Ertrag und anormale Verzweigungen der Pfahlwurzel auf gedüngtem und ungedüngtem Boden in Mininco. Düngung mit Stallmist und Phosphat am 24. 8. 52; Ernte 18. 7. 1953 auf je 4 Probestflächen von je 1 m². Die Grünmasse, unmittelbar nach der Ernte gewogen, schließt je Pflanze 12 cm Pfahlwurzel ein (2). Aus allen Proben wurden ohne Auslese Muster zum Messer der Verzweigungstiefe (3) entnommen. Dabei wurden nur die zwischen Bodenoberfläche und 11 cm Tiefe liegenden Verzweigungen berücksichtigt (4). Die unter 7. wiedergegebene Häufigkeitsverteilung der Verzweigungstiefen zeigt Abb. 13. Die Unterschiede im Ertrag (mD = 488, t = 4.0, p = 0.7%) und im Mittelwert der Verzweigungstiefe (Nr. 6 der Tabelle, D = 1.24, mD = 0.34, t = 3.7, p < 0.1%) sind gesichert. Weitere Erläuterungen im Text.

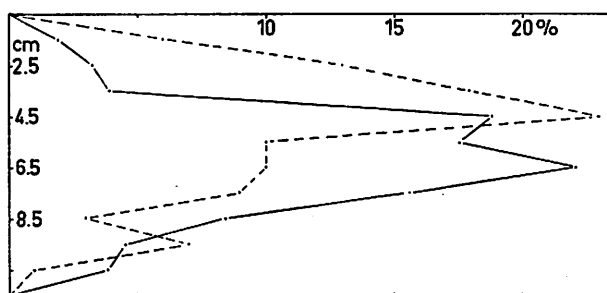


Abb. 13: Anormale seitliche Verzweigungen der Pfahlwurzel von *ECHIUM VULGARE* in offenem Gelände in Mininco. Abszisse: relative Häufigkeit der Verzweigungstiefen; Ordinate: Tiefenstufen unter der Bodenoberfläche (= Basis der Rosette). Ausgezogene Linie im ungedüngten, gestrichelte im gedüngten (Stallmist und Kalk) Boden. Hierzu Tabelle 7.

ninco wiedergegeben sind. Zugleich ist zu erkennen, daß durch Düngung derartige Zonierungen beträchtlich verändert werden. Es ist anzunehmen, daß die bemerkenswerte Neigung der Zuckerrübe zur Beinigkeit in unserem Gebiete zum Teil gleichfalls von den genannten Faktoren beeinflusst wird.

Schließlich dürfte das oberflächennahe Bodenklima unmittelbar und mittelbar die auffallende Armut der regionalen Acker- und Weideböden an Regenwürmern maßgeblich mitverschulden. (Im Gegensatz zu Regenwürmern sind Asseln (20) ausgesprochen häufig).

Strukturveränderungen des Bodens, wie sie angedeutet wurden, sind, soweit man von Folgen unmittelbarer menschlicher Eingriffe (z. B. Pflugsohlen) absieht, wohl größtenteils nicht durch spezifische Wirkungen einer bestimmten Epoche des Jahres als vielmehr in der aufgezeigten Weise durch Zusammenwirken etwa von Sommerdürre und Winterkrise zu verstehen. Die sowohl anhand ihres meteorologisch-mikroklimatischen Charakters wie durch ihre spezifischen Wirkungen auf die pflanzliche Produktivität unterschiedenen 5 Abschnitte des hiesigen Jahreslaufs stellen ja nichts anderes als dem regionalen Bioklima als Ganzem aufgelagerte und von der Vegetationsaktivität durchlaufene Krisensituationen dar. Die Krise als solche wird durch divergente Entwicklungen ökologisch wesentlicher Faktoren ausgelöst, z. B. bei steigender Temperatur und fallender Wasserversorgung: Frühjahrsimpuls, solange noch ausreichende Wasserreserven verfügbar sind; Frühsommerkrise bei beginnendem Wassermangel; Sommerdürre. Es ist zu erwarten und wird durch alle Beobachtungen bestätigt, daß von den Krisen die Arten am stärksten betroffen werden, deren endogener Entwicklungsrhythmus streng ausgeprägt ist und am wenigsten mit dem jahresklimatischen Rhythmus übereinstimmt, also vor allem die aus anderen Klimaten stammenden Kulturpflanzen und Unkräuter. (Von Bäumen und Sträuchern wird hier natürlich abgesehen).

Ein Grundmerkmal der regionalen pflanzlichen Produktivität ist mithin — bildlich gesprochen (Abb. 12) — in erster Linie durch die die Winterkrise und die Sommerdürre verbindende Achse des Jahres gegeben. Dieser Wechsel zwischen Wärmedefizit und Wasserüberschuß einerseits und Wärmeüberschuß und Wasserdefizit andererseits ist zugleich ein Ausdruck der Diskordanz, die, den Wärmedifferenzen zwischen Meer und Festland entsprechend, Sommerniederschläge unterdrückt und Winterregen begünstigt. Tatsächlich steht die Leistung der großenteils aus gemäßigten Gebieten stammenden Kulturpflanzen in engster quantitativ faßbarer Beziehung zu den Jahresbewegungen des Wasserfaktors, wie es die weitgehende Parallelität der Produktions- und Regengenußkurven in Abb. 14 mit wünschenswerter Deutlichkeit ausweist (Tab. 8).

Um den Wirkungskomplex Klima - Boden in seinen Einflüssen auf die physiologischen und morphologischen Leistungen der Kulturpflanze (und der Pflanze überhaupt) trennen zu können, wäre nicht nur im Interesse der chilenischen Problematik eine experimentelle Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Klimagebieten der nördlichen und der südlichen Halbkugel wünschenswert. Diese könnte sich zuerst etwa folgendem Versuche zuwenden: Bei den beteiligten Instituten verschiedener Länder werden im

a	b		c		d		e		f		g		h	
	Aussaat Datum 1953		Senfblüte Datum 1953		Vegetationstage Anzahl		Regentage Anzahl		Regensumme mm %				Ertrag g %	
1.	10.	3.	12.	9.	186	83	1239.1	186.7					8 160	149.8
2.	24.	3.	15.	9.	175	83	1209.3	182.2					7 730	141.9
3.	7.	4.	18.	9.	164	85	1229.2	185.2			*)		10 280	188.7
4. ¹⁾	21.	4.	3.	10.	165	97	1285.6	193.7					7 400	135.9
5.	5.	5.	18.	9.	146	87	1158.5	174.5					10 936	200.8
6.	19.	5.	4.	10.	138	92	1124.1	169.3			<u>Sonnenschein</u>		9 767	179.3
7.	2.	6.	8.	10.	128	81	958.8	144.4			Stunden	%	8 240	151.3
8.	16.	6.	17.	10.	123	76	934.4	140.8			462	102.7	6 491	119.2
9.	30.	6.	19.	10.	111	67	888.7	133.9			455	101.1	5 300	97.3
10.	14.	7.	22.	10.	100	60	752.1	113.3			449	99.8	4 900	90.0
11.	28.	7.	1.	11.	95	54	613.5	92.4			473	105.2	4 460	81.9
12.	12.	8.	3.	11.	83	44	429.7	64.7			456	101.3	3 315	60.9
13.	26.	8.	6.	11.	72	31	338.5	51.0			436	96.9	3 197	58.7
14.	8.	9.	9.	11.	62	24	219.3	33.0			418	92.9	3 162	58.1
15.	22.	9.	13.	11.	52	15	71.2	10.7			420	93.4	1 671	30.7
16.	2.	10.	18.	11.	47	10	32.3	4.9			408	90.7	1 879	34.5
17.	8.	10.	30.	11.	53	9	46.8	7.1			492	109.4	1 898	34.8
18.	15.	10.	2.	12.	48	8	46.7	7.0			465	103.4	2 927	53.7
19.	20.	10.	2.	12.	38	6	34.1	5.1			465	103.4	1 776	32.6
M							663.8	= 100			450	= 100	5 447	= 100

Tabelle 8: Einfluß des Regengenusses auf den Trockensubstanzertrag von Senf, Lein und Platterbse auf gleichen Flächenanteilen. Es wurden die Niederschlagssummen (f) für den Zeitraum von Aussaatdatum (b) bis zur jeweiligen ersten Senfblüte (c) berechnet. Die Ertragszahlen (h) beziehen sich auf lufttrockene Gesamtmasse der 3 genannten Arten zusammen.

¹⁾ Aussaat Nr. 4 wurde nicht in die graphische Darstellung aufgenommen, da in dieser Aussaat durch ein Versehen alle Senfpflanzen bis auf eine vernichtet wurden.

²⁾ Bis Anfang Juni liegen keine Sonnenscheinregistrierungen vor.

Freien und unter Registrierung der wichtigsten meteorologischen Faktoren bei gleichzeitigen Vegetationsbeobachtungen Versuchspflanzen aus identischem Saatgute in gleichen Nährlösungen herangezogen. Die Ernten werden dann ebenso wie die Nährlösungsreste und -zwischenproben von einer Zentralstelle analysiert. Ein solcher erster Versuch würde vermutlich hinreichend belegen, in wie hohem Grade Südchile als ein „natürliches ökologisches Laboratorium“ anzusprechen ist.

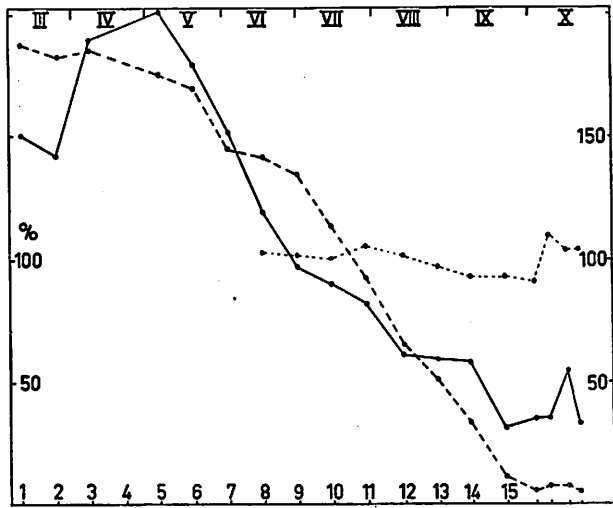


Abb. 14: Die Beziehung zwischen Pflanzenertrag (ausgezogene Linie) und Regengenuß (gestrichelte Linie) und Sonnenscheindauer (punktirierte Linie) bei einer 19 Stufen umfassenden Aussaat zwischen März und Oktober 1953 von 3 Arten (Senf, Lein und Platt-erbse). Die Abszisse gibt die einzelnen Aussaaten entsprechend ihrem zeitlichen Ab-stande (Monate oben) an, während die jeder Aussaat entsprechenden Gesamterträge auf der Ordinate in Prozenten der Mittelwerte aller 19 Aussaaten eingezeichnet sind. Die Angaben der Sonnenscheindauer beziehen sich nur auf die Aussaaten 8—19 und den diesen 12 Aussaaten entsprechenden Mittelwert. Hierzu Tabelle 8.

Im Gesamtüberblick verdienen stichwortmäßig vielleicht die folgenden Gesichtspunkte zur Kennzeichnung des regionalen Jahresganges und seiner Einzelmerkmale im Hinblick auf die pflanzliche Produktivität des offenen Geländes hervorgehoben zu werden.

1. Produktionsbegrenzende Faktoren:

- a) Winterlicher Wärmemangel bei hohen Niederschlagsüberschüssen.
- b) Sommerliche Dürre bei hohen Tagestemperaturen in Bodennähe, verstärkt durch heftig trocknende Südwinde.

Im Zusammenwirken beider Extremsituationen wird der Boden des offenen Geländes durch Strukturverfall und Auswaschung nachhaltig geschädigt.

2. Produktionsfördrende Faktoren:

- a) In den Übergängen von extremen Winter- zu extremen Sommerbedingungen werden vor allem im Frühjahre, aber auch im Herbst

Zeitabschnitte annähernd optimaler Produktionsbedingungen durchlaufen. Örtliche Gegebenheiten (Windschutz, lokal verminderte Schwankungen des Grundwasserspiegels, wärmebegünstigte Lage usw.) können Wirkungsgrad und -dauer der Winterkrise und der Sommerdürre beträchtlich vermindern. Daraus ergeben sich die entsprechenden praktischen Hinweise zu planmäßiger Steigerung der Produktivität.

- b) Die der Diskordanz entsprechende relativ große Temperaturamplitude, die nach hohen Tagestemperaturen tiefe Nachttemperaturen bringt, vermindert offenbar bei zahlreichen Arten nächtliche atmungsbedingte Verluste an organischer Substanz und bedeutet damit einen indirekten Zuwachs. Es erscheint wünschenswert, daß die quantitativen Beziehungen zwischen Assimilationsleistungen und Atmungsverlusten im Verhältnis zum Tagesgange des Wärme- und Lichtfaktors an geeigneten Arten untersucht werden, um u. a. auch das Brombeerproblem der Lösung näher zu bringen.
- c) Der klimatischen Diskordanz entspricht ferner eine vor allem während der kühleren Jahreszeit produktionsfördernde Wärmebegünstigung der Bodenoberfläche. Schädigende Bodenüberhitzungen treten praktisch nur zusammen mit gleichzeitigem Wassermangel im Sommer auf.
- d) Bei hinreichend niederschlagsunabhängiger Wasserversorgung (Tiefwurzler, Verdunstungsschutz, Tauauswertung, künstliche Bewässerung usw.) wird die Dauer der aktiven Vegetationszeit nur durch art-spezifische Eigenarten (endogene Faktoren) begrenzt. Aus diesem Umstände erklären sich wahrscheinlich die ungewöhnlich hohen Produktionsleistungen verschiedener Arten, vor allem ausdauernder.

3. Morphologische Erscheinungen:

Die jahresökologischen Eigenarten des Gebiets finden morphologischen Ausdruck vor allem in den Kugelschirmformen zahlreicher Bäume und Sträucher und in der weiten Verbreitung basaler Rosetten. Außerdem treten noch mancherlei morphologische Anomalien auf, die für die aufgeführten Krisen des Jahres kennzeichnend sind.

4. Pflanzlicher Mineralhaushalt:

- a) Die im Sommer stark erwärmten und im Winter ausgewaschenen Oberflächenschichten des Bodens scheinen bei offensichtlichem Strukturverfall weitgehend an organischer Substanz und beweglichen Mineralien zu verarmen.
- b) Die relative Wärmebegünstigung dieser gleichen Schichten und die gleichzeitige Wasserübersättigung tieferer Lagen während des Winters fördern die Entwicklung flacher Wurzelsysteme bei gleichzeitiger Hemmung der Entfaltung in die Tiefe.

Durch Zusammenwirken dieser Verhältnisse wird nicht nur die sommerliche Dürresistenz vermindert, sondern sind wahrscheinlich auch die relativ häufigen Anzeichen von Mineralmängeln bei verschiedenen Kulturpflanzen mitbedingt.

5. Praktische Folgerungen:

Eine auf Steigerung der pflanzlichen Produktivität gerichtete Planung muß sich unter den gegebenen Naturbedingungen neben sachgemäßer Düngung und Fruchtfolge bevorzugt den verschiedenen Möglichkeiten der natürlichen Wasserspeicherung, der sommerlichen Dürrebekämpfung und der mikroklimatisch zweckmäßigen und angepaßten Bodennutzung widmen. Dabei wird neben einer möglichst dauernden Bodenbedeckung die Waldpflege und Aufforstung eine erhebliche Rolle zu spielen haben. Das gemeinsame Merkmal der angedeuteten Maßnahmen liegt in der mit ihnen angestrebten Verringerung der klimabedingten Schwankungen, vor allem des Wasserhaushalts, der als ein zentraler ökologischer Faktor im offenen Gelände — zum Unterschiede vom Walde — besonders gefährdet ist.

Die Kulturlandschaften Südchiles bieten entsprechend den erörterten Klimaverhältnissen und ihren verschiedenen ökologischen Folgeerscheinungen ein wissenschaftlich und praktisch besonders fruchtbares Feld für mikroklimatische, agrarmeteorologische und phänologische Untersuchungen und deren praktische Auswertung. Aus den dargelegten Zusammenhängen ergeben sich weit über den Rahmen dieser Mitteilung hinausreichende Hinweise auf den ökologischen Charakter unserer Region, die hier wenigstens im Hinblick auf die menschliche Besiedlung angedeutet seien. Vorzüglich europäische Einwanderer, denen ja durch ihren Standortwechsel gewisse Vergleichsmöglichkeiten gegeben sind, beobachten allgemein nach Ablauf einiger Monate im südlichen Chile eine merklich erhöhte Ermüdbarkeit, größeres Schlafbedürfnis und geringere körperliche und geistige Leistungsfähigkeit, oft verbunden mit einer verstärkten Neigung zu Erkältungskrankheiten. Derartige Selbstbeobachtungen, zu denen offenbar keine gegenteiligen Befunde vorliegen, werden sinngemäß auf schulischem Gebiete an Kindern und Jugendlichen bestätigt. Trotzdem diese und mancherlei ähnliche Erscheinungen allgemein bekannt sind, liegen bisher m. W. keine wissenschaftlichen Untersuchungen über diese lebenswichtigen Fragen vor, obwohl auch bei importierten Zucht- und Haustieren überhaupt gleichfalls gewisse Vitalitätsminderungen festgestellt werden. Die im Interesse des Landes dringend notwendige Bearbeitung der diesbezüglichen umfangreichen Probleme wird jedenfalls den von der Diskordanz bestimmten Klimacharakter in seinen unmittelbaren Auswirkungen auf Mensch und Tier wie auch die klimatischen Einflüsse (Bodenverarmung, Anomalien des pflanzlichen Entwicklungsganges usw.) auf die Nahrungsqualitäten der Kulturpflanzen zu berücksichtigen haben¹⁾.

Der Erfolg wird allerdings wesentlich von einem zufriedenstellend arbeitenden Beobachtungsnetze abhängen.— Die typische oben erörterte Jahresbewegung der Produktionsfaktoren zeigt, daß schon relativ geringe zeitliche oder quantitative Schwankungen ihres Ablaufs nicht nur zeitliche Verschiebungen der Krisen bedingen, sondern auch nachhaltige qualita-

¹⁾ Möglicherweise spielt bei diesen Erscheinungen der von Klapp erwähnte, im Gebiet fast allgemeine Phosphatmangel in der pflanzlichen Nahrung, der z. T. auch klimabedingt sein dürfte, eine wesentliche Rolle.

tive und quantitative Wirkungen auf die pflanzliche Produktion haben werden.

Die Gültigkeit der vorstehend skizzierten ökologischen Struktur des Jahreslaufs ist räumlich beschränkt und naturgemäß nicht scharf abgrenzbar. Schon zwischen einzelnen Jahren auftretende Klimaschwankungen verschieben diese Grenzen beträchtlich. Im wesentlichen dürfte die gegebene Kennzeichnung etwa für das Längstal zwischen den Räumen von Chillán im Norden und Temuco im Süden gelten. Nach Norden hin treten die Dürreerscheinungen stärker hervor. Gleichzeitig findet eine zeitliche Annäherung zwischen Spätsommer- und Frühjahrsimpuls statt, die schließlich nördlich von Santiago im „Kleinen Norden“ zu einer einheitlichen aktiven Vegetationsepoche verschmelzen. (Die Nordgrenze des in Frage stehenden Gültigkeitsbereichs ist damit etwa mit der Südgrenze des Verbreitungsgebietes von *ACACIA CAVENIA MOL.* gegeben). Nach Süden hin klingt die Sommerdürre ab und die Regenverteilung über das ganze Jahr beginnt sich etwas auszugleichen. (Als südliche Grenze wäre etwa der ursprüngliche Nordrand der valdivianischen Regenwälder zu nennen). Unser Standort Mininco liegt insofern überaus günstig innerhalb des chilenischen nordsüdlichen Klimaspektrums, als hier der Jahresgang besonders scharf und nach beiden Richtungen hin in die entwickelten Krisenperioden der Vegetation aufgegliedert ist, während die nördlich und südlich anschließenden Zonen gewissermaßen einseitig vereinfachte Abwandlungen der hier geltenden Verhältnisse zeigen.

Die unmittelbar der klimatischen Diskordanz entsprechenden Eigenarten, also die erwähnten Kontraste zwischen Lufttemperaturen einerseits und Strahlung und Bodentemperaturen andererseits erreichen ihre extremsten Grade allerdings in Küstennähe des nördlichen Chile, also in der Trockenwüste. Die wohl stärkste Dämpfung erfahren diese Kontraste offenbar im westpatagonischen Küstengebiet und innerhalb des Längstales im Vorlande der Hochkordillere bei den großen Seen.

Außerhalb Chiles ist damit zu rechnen, daß ähnliche Gliederungen des Vegetationsjahres auch an anderen Westküsten der südlichen Halbkugel auftreten können.

5. Zusammenfassung.

Ein ökologisch entscheidendes Kennzeichen des chilenischen Klimas wird in der Diskordanz gesehen, die zwischen Strahlungsbedingungen einerseits und Lufttemperaturen andererseits besteht. Diese Diskordanz beruht auf einer durch den Humboldtstrom bedingten negativen Anomalie des Temperaturklimas bei einem Strahlungsklima, das der geographischen Breite entspricht. Die Wirkungen dieser klimatischen Diskordanz auf die ökologische Struktur des südlichen Längstales werden besonders im Hinblick auf die pflanzliche Produktivität des offenen und landwirtschaftlich genutzten Geländes einer ersten Prüfung unterzogen. Als Grundlage für diese Prüfung dienen die in Mininco vom 1. Juni 1953 bis 31. Mai 1954 durchgeführten Messungen und Registrierungen von Tempe-

raturen der Luft und des Bodens in verschiedenen Tiefen, der Niederschläge, des Sonnenscheins und der Luftfeuchte, nachdem ihre grundsätzliche Gültigkeit durch Vergleich mit langjährigen Mittelwerten benachbarter meteorologischer Stationen aufgezeigt wurde.

In Übereinstimmung mit Vegetationsbeobachtungen verschiedener Art ergibt sich eine klimatisch-meteorologisch und pflanzenökologisch begründete Gliederung des Vegetationsjahres in fünf Krisen, die letzten Endes durch ausgeprägte Gegenläufigkeit der Temperaturen und des Wasserfaktors bedingt sind:

- a) Die **Winterkrise**, die bei relativ niedrigen Temperaturen durch hohe Niederschlagsüberschüsse vor allem den Boden schädigt und zugleich der basalen Rosette bevorzugte Entwicklungsbedingungen bietet.
- b) Der **Frühjahrsimpuls** gewährt bei noch günstigen Wasserbedingungen und rasch ansteigenden Temperaturen die Voraussetzungen für höchste Produktionsleistungen des Jahres.
- c) Die **Frühsummerkrise** beruht bei weiterem Steigen der Temperaturen im Schwunde der verfügbaren Wasservorräte und ruft neben den zu erwartenden Störungen der pflanzlichen Produktivität mehr oder weniger typische morphologische Anomalien hervor.
- d) Die **Sommerdürre**, erschwert durch trocknende Winde bei jahreshöchsten Temperaturen, verursacht den tiefsten Einschnitt in die pflanzliche Produktion des unbewaldeten Landes.
- e) Der **Spätsommerimpuls** bringt durch erste Regen bei noch sommerlich günstigen Temperaturen einen erneuten Wachstumsstoß, der je nach dem Grade der vorangegangenen Dürrewirkungen mannigfaltige morphologische und physiologische Anomalien auslöst.

In ihrem Zusammenhange führen diese verschiedenen Krisenperioden im Jahresrhythmus u. a. zu Strukturveränderungen und Auswaschungen der Böden, die ihrerseits die pflanzliche Produktivität beeinflussen, und zu mancherlei charakteristischen morphologischen Wurzelanomalien.

Die im unbewässerten Gelände bestehende enge Beziehung zwischen Pflanzenertrag und Niederschlagsgenuß wird an einem Beispiele von 19 Aussaatstufen nachgewiesen.

Schließlich werden die natürlichen Hauptfaktoren umrissen, die die regionale Produktivität begrenzen, fördern oder in ihren Eigenarten prägen. Ihr räumlich Geltungsbereich beschränkt sich im wesentlichen auf das Längstal zwischen Chillan und Temuco und erfährt in allseits angrenzenden Bezirken gesetzmäßige Abwandlungen. Vergleichbare Verhältnisse werden für andere küstennahe Bereiche der südlichen Halbkugel angenommen.

Literatur.

1. *Berninger, O.*: Wald und offenes Land in Südchile seit der spanischen Eroberung. — Geogr. Abhandl. 3, 1, Stuttgart 1929.
2. *Geiger, R.*: Das Klima der bodennahen Luftschicht. — 3. Aufl. Braunschweig 1950.
3. *Grüebler, R.*: Observaciones sobre alteraciones producidas en animales domésticos por carencias minerales. — Bol. Soc. Biol. de Concepción, 36, 31—46, Concepción 1951.
4. *Helgeson, E. A.*: Informe al Gobierno de Chile sobre la lucha contra la zarzamora (*Rubus ulmifolius*). — Informe FAO / ETAP N°—33, Roma 1952.
5. *Hellmich, W.*: Die biogeographischen Grundlagen Chiles. — Zool. Jahrb., Syst. 64, 165—226, 1933.
6. *Martínez C., R. y B. G. Piccini*: Bibliografía argentina sobre malezas. — Ministerio de Agricultura, Publ. Téc. 17, Buenos Aires 1948.
7. *Schwabe, G. H.*: Über das Klima im Küstengebiet von Südchile. — Ann. Hydr. u. Marit. Met. 31—38, 1939.
8. *Schwabe, G. H.*: Über die Temperaturverhältnisse einiger Gewässer in Westpatagonien. — Arch. Hydrob. 35, 469—488, 1939.
9. *Schwabe, G. H.*: Umraumfremde Quellen. — Mitt. d. D. Ges. f. Nat.- u. Völkerk. Ostasiens, Suppl. 21, Shanghai 1944.
10. *Schwabe, G. H.*: Circulación de bioelementos y su aspecto chileno. — Publ. Asoc. Agric. „Dr. Bertram Kalt“, Santiago 1951.
11. *Schwabe, G. H.*: Chilenismos de la naturaleza. — Bol. Soc. Biol. de Concepción, 25, 59—73, 1950.
12. *Schwabe, G. H.*: Caracteres particulares del ciclo de agua y la ecología de Chile. — 26, 3—30, 1951.
13. *Schwabe, G. H.*: Aportes a la ecología regional. — *ibid.* 27, 169—179, 1952.
14. *Schwabe, G. H.*: Algunas observaciones sobre el crecimiento de *Pinus radiata* Don. en Mininco. — *ibid.* 28, 129—140, 1953.
15. *Schwabe, G. H.*: Ensayos de abonadura con elementos menores. — *ibid.* 28, 141—154, 1953.
16. *Sekera, F.*: Gesunder und kranker Boden. — Berlin 1951.
17. *Thienemann, A.*: Frostboden und Sonnenbestrahlung als limnologische Faktoren. — Arch. Hydrob. 34, 306—345, 1938.
18. *Troll, C.*: Die Frostwechselhäufigkeit in den Luft- und Bodenklimaten der Erde. — Meteor. Zeitschr. 60, 161—171, 1943.
19. *Troll, C.*: Der asymmetrische Aufbau der Vegetationszonen und Vegetationsstufen auf der Nord- und Südhalbkugel. — E. Rübel, W. Lüdi, Ber. ü. d. Geobot. Forsch. Inst. Rübel in Zürich f. d. Jahr 1947, 48—83, 1948.
20. *Verhoeff, K. W.*: Von Dr. G. H. Schwabe gesammelte Isopoda terrestria, Diplopoda und Chilopoda. — Arch. f. Naturg. N. F. 8, 301—324, 1939.

Anschrift des Verfassers:

Dr. phil. G. H. Schwabe, Director del Instituto de Biología, Valdivia/Chile, casilla 431

La distribución regional de la vegetación chilena.

J. Schmithüsen

R e s u m e n

- I. El trabajo ofrece una información de carácter provisional acerca de los resultados de un viaje de investigación geobotánica, realizado de 1952 a 1953. A manera de introducción se esbozan brevemente los grandes rasgos de las regiones naturales del país, dándose además una visión de conjunto de las más importantes formaciones vegetales que aparecen en Chile. Con arreglo a los tipos de formaciones dominantes, se distinguen las siguientes regiones vegetales:
- 1) Región de las formaciones andinas subtropicales y xerófitas.
 - 2) Zona de los desiertos.
 - 3) Región de la formación subtropical de matorral rastrero del Pequeño Norte.
 - 4) Región de las formaciones de matorral y de matorral rastrero abundantes en higrofitas primaverales del Pequeño Norte (región de La Serena).
 - 5) Región de la formación subtropical de suculentas y matorrales espinosos del Pequeño Norte.
 - 6) Región de los bosques subtropicales de esclerófilas y xerófitas de Chile central.
 - 7) Región de los bosques de frondosas caducifolias de la zona templada.
 - 8) Región de las pluvisilvas perennifolias de la zona templada, subdividida en la pluvisilva de Valdivia, de Patagonia septentrional y de los territorios subantárticos.
 - 9) Región de las tundras subantárticas de matorrales y musgos.
 - 10) Región de los bosques subantárticos de frondosas caducifolias, subdividida en las zonas del *Nothofagus pumilio* y del *Nothofagus antarctica*.
 - 11) Región de la estepa de matorral de Patagonia central.
 - 12) Región de las formaciones de alta montaña de los Andes meridionales.
- II. Se describen someramente cada una de las regiones de vegetación citadas, con arreglo a su carácter climático y vegetal, y al trazado de sus límites. Se dedican estudios más detallados a los efímeros campos de hierbas del „desierto en flor“; a la vegetación de la región de La Serena, a las asociaciones de bosques de la zona de esclerófilas y a la pluvisilva valdiviana.

- III. 1. - Se estudia de un modo general la posibilidad de extraer de la estadística meteorológica consecuencias sobre las relaciones entre los límites de vegetación y los factores climáticos.
2. - De la comparación de las condiciones térmicas en las diferentes partes del país, se deduce que en la mitad Norte del mismo las temperaturas tienen una importancia escasa en el trazado de los límites de las regiones vegetales que se extienden, una tras otra, de Norte a Sur. Por el contrario, partiendo del límite que forma la región de vegetación esclerófila con la región del bosque templado de frondosas hacia el Sur, son las condiciones térmicas las que en primera línea conforman el escalonamiento de las zonas de vegetación de Norte a Sur.
3. - Solamente en unos pocos límites su puede reconocer su inmediata dependencia con la cantidad anual de precipitaciones. Por el contrario, en la sucesión de las regiones vegetales, desde el desierto a la pluvivilva valdiviana, se muestra una relación entre los límites de la vegetación y el número de meses en los que no se alcanza una determinada cantidad de precipitaciones. La dependencia de un número de límites de vegetación con el grado y la duración de una escasez periódica de humedad, se pone mucho mejor de relieve mediante la comparación con las „isohigromenas“ (según Lauer). La región de La Serena ocupa una posición singular, debido a la gran importancia que tiene allí la niebla.
4. - Se estudian brevemente, y con arreglo a su carácter general, las nieblas de la costa chilena septentrional. Se dedica una investigación especial, más detallada, a las nieblas que condicionan el bosque residual de Fray Jorge. Estas constituyen en verano un tipo de nieblas altas o de cumbres, predominantemente locales y muy limitadas, mientras que durante el invierno se convierten en capas más extensas de niebla de inversión, cuya localización, de suyo muy constante, se describe con más detalle.
5. - Se estudia de una manera comparativa el carácter general de los diversos climas que condicionan ecológicamente la vegetación, y, además, se representa por medio de diagramas la alternancia estacional de los factores de clima favorables y desfavorables.
- IV. 1. - Se tratan según su carácter e importancia los siguientes componentes de las floras representadas en la vegetación chilena, tomados en su mayor parte de los ejemplos que suministra la flora de bosques:
- A) Tribus de extensión más o menos universal y las que no guardan ninguna relación con los reinos florales de la actualidad.
- B) Tribus de procedencia o localización antártica, austro-antártica o, en general, del hemisferio Sur.
- C) Tribus de procedencia o localización neotropical o, en general, tropical.
- a) Flora neotropical de bosques.
- b) Flora xerófila neotropical.
- D) Tribus de procedencia o localización predominantemente holártica u holártico-americana.
2. - Se analiza la distribución regional de la flora como expresión de la

historia de la vegetación. Como resultado fundamental, se puede afirmar que la actual disposición de la vegetación hay que atribuirla, en sus rasgos esenciales, a la distribución formada ya antes del comienzo de la época glacial en concomitancia con la elevación de los Andes. Parece ser más probable de lo que hasta ahora se había creído que existe una mayor continuidad de las regiones vegetales de la parte Norte del país y de grandes partes de Chile central. Se interpreta el bosque de Fray Jorge como una reliquia preglacial. Por el contrario, se aceptan para la depresión longitudinal intensas transformaciones de la vegetación, ocurridas durante y después de la época glacial, y a las que pueden atribuirse un cierto número de rasgos característicos de la vegetación de la región de esclerófilas y de la región de bosques templados caducifolios.

*Cultivo y economía de las plantas forrajeras en Chile,
entre los 30° y los 40° de latitud Sur*

E. Klapp

R e s u m e n

Tomando como base una serie de ejemplos prácticos, se estudian — en tanto en cuanto corresponden al dominio natural o al de la técnica agraria — los problemas económicos que, en relación con las plantas forrajeras, tiene planteada la agricultura chilena, entre La Serena y Puerto Montt, así como la posibilidad de solucionarlos. La vegetación forrajera de crecimiento espontáneo sufre largas interrupciones: en el Norte, por la persistente sequía; en el Sur, debido a los inviernos frescos y lluviosos. Por otra parte, el clima no obliga necesariamente en ninguna parte a la estubalación; éste es el motivo de que predomine la tendencia a tener durante todo el año el ganado al ire libre, lo que viene a significar un aprovechamiento casi ininterrumpido de los pastos. Así, las variaciones de crecimiento y desarrollo de los pastos, se traducen inmediatamente en variaciones en el rendimiento de los animales, por lo que numerosas explotaciones pecuarias prescinden durante todo el año del ordeño, principalmente en el dominio de los prados arbóreos de Quila (Quilantos). Otra dificultad natural del país, consiste en la poca resistencia de la flora espontánea herbácea y forrajera frente al pastoreo permanente. Este da rápidamente lugar a una flora adventicia, en su mayor parte de escaso valor, en contraposición a otros países, en los que durante la época de pastos se produce una autorregeneración por medio de plantas forrajeras útiles. Tal escasez hace principalmente su aparición allí donde se aprovecha para pastos la vegetación de los barbechos, o se dedican al pastoreo campos de hierba o trébol de siembra, por más años de los que corresponden a su ciclo vital.

Las estaciones experimentales del país se han dedicado en gran escala a la aclimatación, cultivo y reproducción de semillas de plantas apropiadas, es decir, de plantas que son capaces de un crecimiento productivo, ya sea durante los períodos secos, o bien durante los inviernos húmedos y frescos del Sur. Sin embargo, hay que tener en cuenta que tampoco estas plantas están a la altura de los procedimientos de aprovechamiento hasta la fecha en uso. Incluso allí donde existen posibilidades de regadío suficientes, o sea, donde han desaparecido los efectos de la sequía, se muestran de manera patente los resultados perjudiciales de un pastoreo excesivo.

Aquí, como en el terreno de secano, pero capaz de cultivo, se puede en general decir: las especies preferidas para la siembra, tales como la alfalfa,

el trébol rojo y las hierbas altas no son, en sentido estricto, resistentes al pastoreo. El pastoreo abusivo, que se realiza especialmente en el período de inactividad vegetativa, conduce a su debilitación y, finalmente, a su desaparición; a la formación de calveros en el manto herbáceo y, en las pendientes, a la erosión. Por otra parte, todas las especies rechazadas por el ganado (zarzamora, cardos, galega, etc.) y las plantas en roseta (siete venas, pasto de chancho, etc.) no asequibles al ganado, se conservan de tal manera, que reducen considerablemente la superficie de pastos disponible.

Una abundante serie de ejemplos de todas las partes del país visitadas, pone de manifiesto que casi todas las citadas dificultades podrían ser, sin excepción, superadas. El recurso básico habrá de ser la introducción de fases de descanso para el manto de hierba. Esto podría realizarse en los campos de secano de las regiones pobres en lluvias, en forma del „deferred grazing“ (de los países de habla inglesa); en los terrenos de regadío y en el húmedo Sur, mediante la „rotación de potreros“. En los períodos de inactividad vegetativa se considera como necesaria y muy eficaz una total conservación de la cubierta herbácea, la cual tiene, por otra parte, como presupuesto indispensable, una economía de las reservas de forraje: ensilado, obtención de heno en los períodos de abundancia de forraje, intensificación de los cultivos de remolacha forrajera, avena verde, berza forrajera y tréboles de ciclo vegetativo corto. Esto viene a significar tanto como una estabulación temporal y, al mismo tiempo, un aumento de la producción de estiércol. El abonado de los prados, hasta la fecha casi totalmente desconocido, debe ser tanto más fomentado cuanto que los ingresos principales de la agricultura proceden de la ganadería, y un abonado abundante posibilita actualmente una útil regeneración en muchas zonas del país. Da muy buen resultado, además, el cuidadoso tratamiento de la alfalfa (alimento verde y de heno, en lugar de pastoreo permanente); limitación de la duración de los aprovechamientos a los años de crecimiento óptimo, como, por ejemplo, cada 2 años con el trébol rojo; complemento de la siembra de especies herbáceas de porte alto, pero de área discontinua y no resistentes al pastoreo, tales como pasto oville, fromental, pasto miel, mediante especies de tréboles (ballica inglesa, trébol blanco) y hierbas bajas, aptas para el pastoreo y de área de crecimiento continua. Pero lo que sigue siendo decisivo es la tríada: cuidado ordenado de los pastos, formación de reservas de forraje, estabulación. En caso de que se quieran conocer más detalles sobre el particular, remitimos al texto alemán.

*Aportación al conocimiento ecológico del año 1953/54 en Mininco (Chile)
a base de promedios mensuales meteorológicos y microclimáticos.*

G. H. Schwabe

Resumen

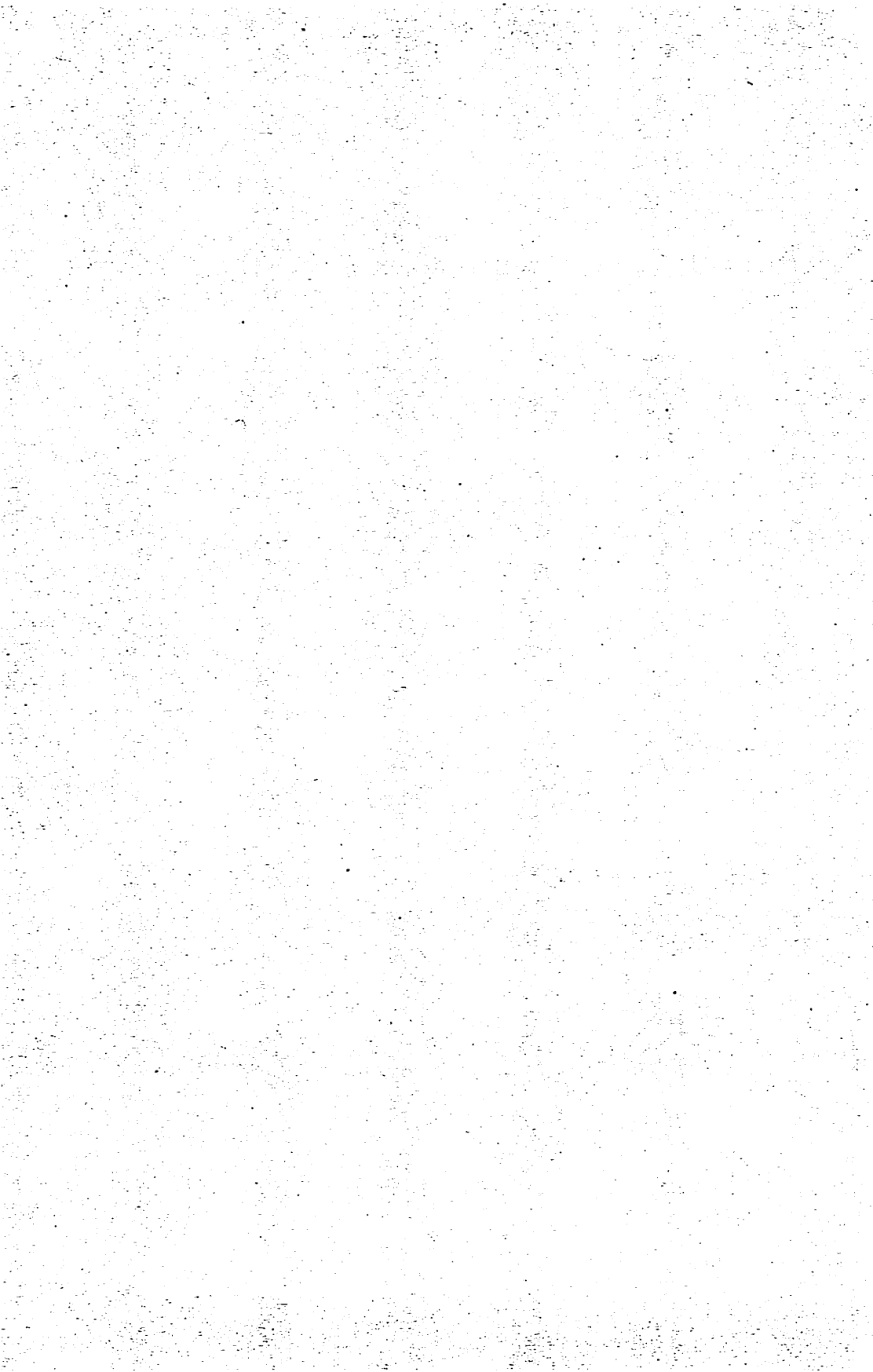
Se caracterizan las peculiaridades ecológicas de la región, resumiendo diversos „chilenismos de la naturaleza“ y se destaca la trascendencia teórica general de la discordancia climática de las temperaturas atmosféricas, causadas por las influencias de la corriente de Humboldt. La situación calórica resultante de la atmósfera contrasta con el clima de radiación correspondiente a la latitud geográfica. Relacionando las observaciones meteorológicas y microclimáticas, realizadas entre el 1° de Junio de 1953 y el 31 de Mayo de 1954 en Mininco, con los promedios disponibles de dos estaciones meteorológicas cercanas (Los Angeles, Angol) se exponen las relaciones existentes entre los factores registrados: temperaturas atmosféricas y del suelo, humedad atmosférica, radiación solar y de las amplitudes de dichos factores. De interés ecológico especial se estiman las altas temperaturas que alcanza la superficie del suelo y sus amplitudes grandes. Los promedios mensuales de las temperaturas del suelo a 20 y 50 cm de profundidad se mantienen durante todo el año superiores a los valores correspondientes del aire, hecho que corresponde a las condiciones de la discordancia.

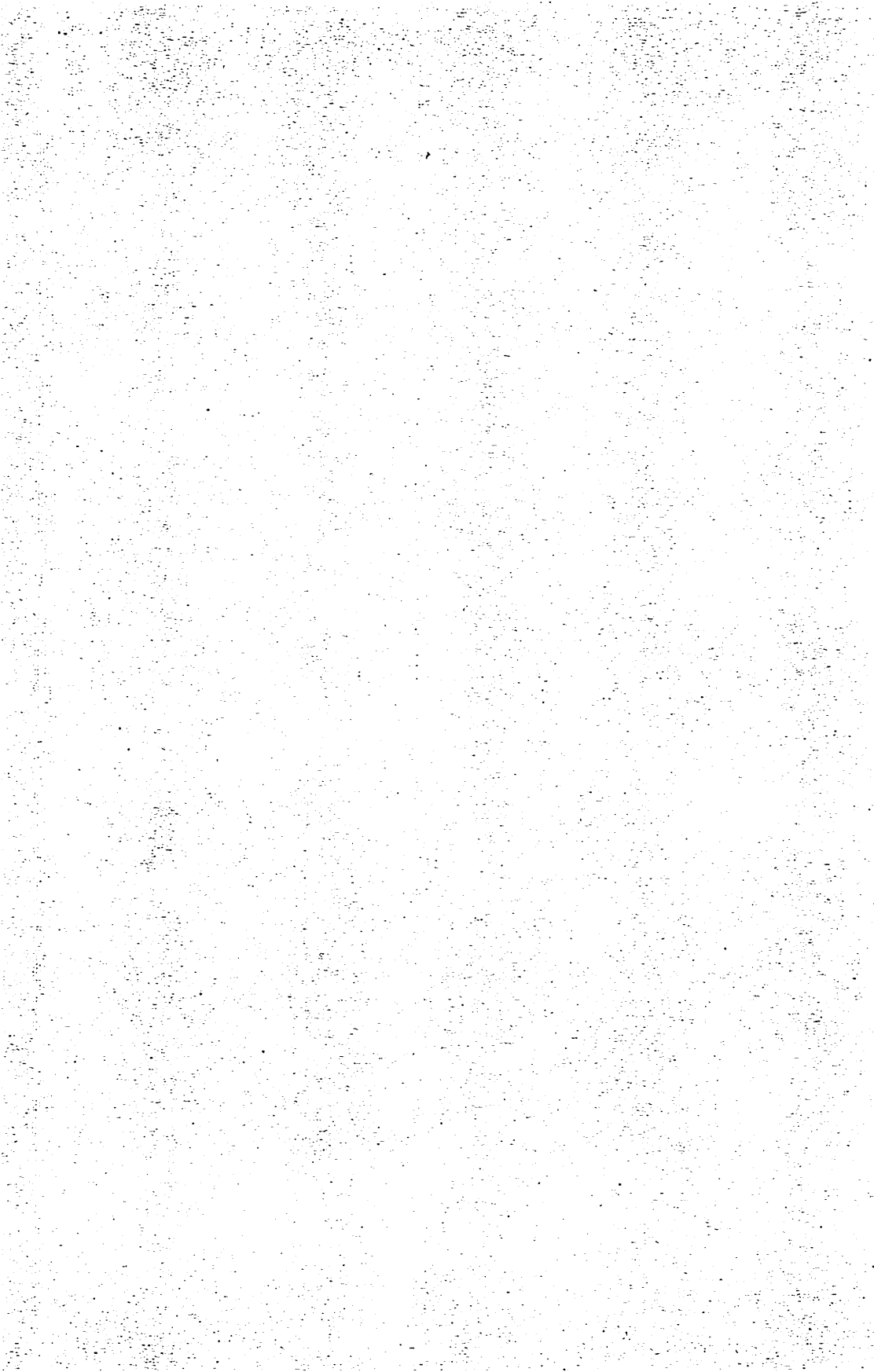
El ritmo de los factores climáticos en discusión crea cinco períodos críticos bien distinguidos de la actividad vegetativa en los terrenos abiertos:

- a) El *período lluvioso invernal*, caracterizado por sus excesos de precipitaciones en combinación con temperaturas insuficientes para una mayor productividad vegetal. Tal combinación de factores afecta, sobre todo, al suelo no protegido y crea condiciones relativamente favorables para el desarrollo de la roseta basal.
- b) El *impulso primaveral* que abarca un período de temperaturas crecientes en presencia de suficientes reservas de agua, permitiendo por tal combinación el máximo anual de la productividad vegetal.
- c) La *crisis preestival* se manifiesta en diversas anomalías morfológicas y en el descenso brusco de la productividad, a causa de la carencia creciente de agua disponible.
- d) La *sequía estival* significa la incisión más profunda en el proceso de la producción regional y se agrava por la intervención de los vientos secantes.

- e) El *impulso postestival* se presenta con las primeras lluvias que terminan con el período anterior, estimulando fuertemente una amplia reviviscencia de la vegetación, gracias a las temperaturas todavía favorables. Resultan notables trastornos morfológicos en diversas especies.

Los detalles del esquema indicado se argumentan a base de una serie de observaciones microclimáticas, ecológicas y morfológicas. Fuera de los efectos específicos, provocados por los distintos períodos críticos, se subrayan algunas acciones combinadas del ritmo climático anual que se manifiestan en ciertas afecciones del suelo y en anomalías morfológicas de las raíces. — Por fin se destacan los factores peculiares que limitan, favorecen o caracterizan cualitativamente la productividad vegetal de la región.



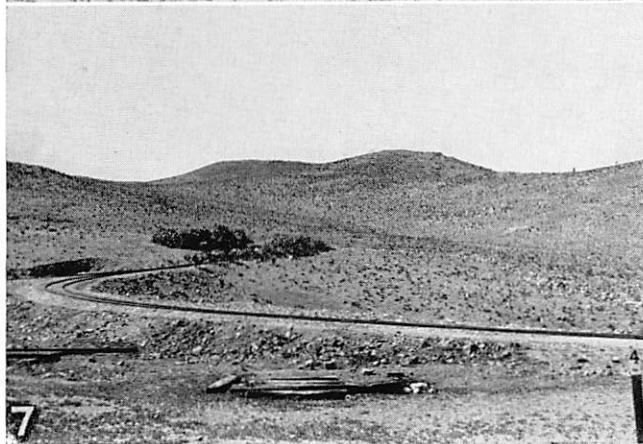


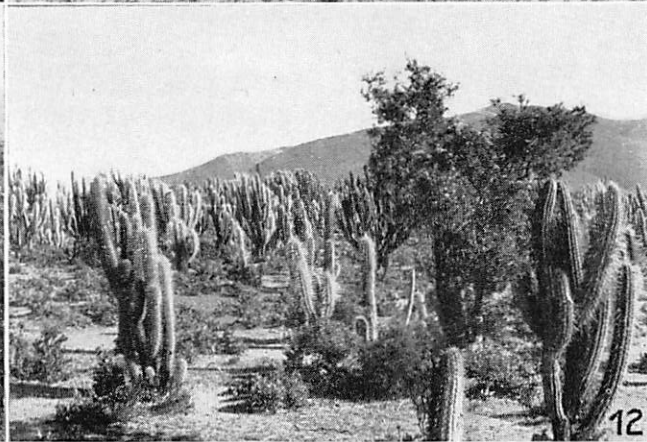
Bildunterschriften.

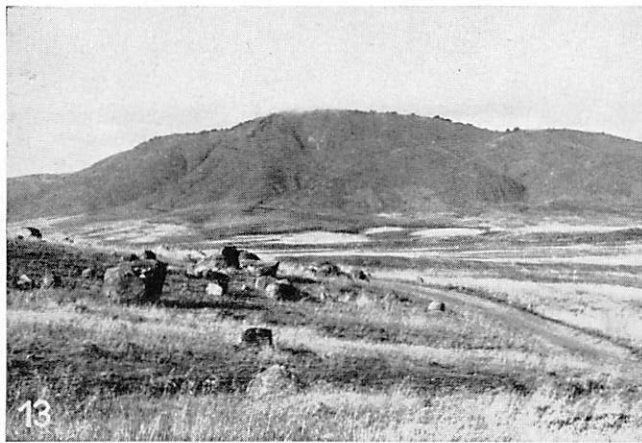
- Bild 1 Dorngehölz mit *PROSOPIS JULIFLORA* auf dem grundwasserführenden Talboden des Lluta-Tales bei Arica. (März 1953).
- Bild 2 Nebelvegetation mit hohen Sukkulenten auf den Küstenhöhen nördlich von Tocopilla in 800 m ü. M. Darunter an der Küste pflanzenlose Wüste. (30. 9. 1952).
- Bild 3 Pflanzenlose Wüste nördlich von Aguas Blancas. Nach einem Starkregen („Avenida“) durch Schichtflut verschwemmter Salztön. (Sept. 1952).
- Bild 4 „Blühende Wüste“, ephemere Kräuterflur mit Vertretern der Gattungen: *NO-LANA*, *CALANDRINEA*, *ADESMIA*, *PLANTAGO*, *CUSCUTA* u. a. in der Travesía bei Copiapó. (24. 8. 1952).
- Bild 5 Weidevieh in der blühenden „Pampa“ der Travesía südlich von Copiapó. (24. 8. 1952).
- Bild 6 Nach Regen blühende Lomaformation auf Felsschutt der Küstenkordillere von Totoral mit *LEUCOCORYNE IXTIOIDES*, *HELIOTROPIUM SP.*, *CAESALPINIA ANGULLICAULIS*, *CRUCKSHANZIA SP.*, *VIOLA SP.*, *CACTACEAE* u. a. (24. 8. 1952).
- Bild 7 Zwergstrauchformation bei Hualcana. Am Verladegleis der Bahnstation aufgestapeltes Brennholz, das von Eselkarawanen gebracht und mit der Bahn in die Wüste verfrachtet wird. (Sept. 1952).
- Bild 8 Dornstrauch-Sukkulenten-Formation im Hurtadotal (östl. von Ovalle) mit *TRICHOCEREUS*, *GUTTIEREA PANICULATA*, *PROUSTIA PUNGENS* u. a. (11. 8. 1952).
- Bild 9 Dornstrauch-Sukkulenten-Formation nördlich von Illapel. Gehöft in 900 m ü. M. mit Feigenbäumen und Feldbau auf Regen. (9. 9. 1952).
- Bild 10 Kräuterflur nach Regen auf sandüberwehter Terrassenfläche am Ausgang der Quebrada Honda nördlich von La Serena mit Arten der Gattungen *SENECIO*, *SCHIZANTHUS*, *CRISTARIA*, *LEUCOCORYNE*, *OXALIS*, *VIOLA*, *PLANTAGO*, *CALANDRINEA*, *NICOTIANA*, *CUSCUTA* u. a. (8. 9. 1952).
- Bild 11 Frühlingsblüte bei Peñuelas südlich von La Serena (Beschreibung siehe Text II, 4). (7. 9. 1952).
- Bild 12 Artenreiche Strauchformation am Ostfuß des Höhenzuges von Fray Jorge mit *ADESMIA BEDWELLII*, *EULYNCHIA ACIDA*, *TRICHOCEREUS* u. a. (9. 8. 1952).
- Bild 13 Blick von Osten auf den südlichen Teil der Höhen von Fray Jorge. Der Wald auf dem Kamm (auf dem höchsten Teil im Nebel) ist deutlich erkennbar. (16. 11. 1952).
- Bild 14 Hautlaubwald in einer Talschlucht der Küstenkordillere zwischen Quilimari und La Ligua. In den weniger geneigten Lagen ist der Wald durch Beweidung zerstört. (18. 11. 1952).
- Bild 15 Dichter Bestand von *JUBAEA SPECTABILIS* im Tal von Cocalán (14. 12. 1952).
- Bild 16 Alter Stamm von *CRYPTOCARYA RUBRA* in Palmenbestand bei Las Palmas im Cocalántal. (14. 12. 1952).

- Bild 17 Nebelwald auf dem Kamm der Höhe von Fray Jorge mit *AEXTOXICUM PUNCTATUM* und *MYRCEUGENIA CORREIFOLIA*. (10. 8. 1952).
- Bild 18 Hartlaub-Nebelwald von *BEILSCHMIEDEA MIRSII*, *SCHINUS LATIFOLIUS* u. a. mit *TILLANDSIA USNEOIDES* bei Palos Quemados. (13. 10. 1952).
- Bild 19 Hartlaubwald von *BEILSCHMIEDEA MIRSII*, *CRYPTOCARYA RUBRA*, *SCHINUS LATIFOLIUS* u. a. bei Olmué. Die Baumkronen in der Tiefe der Schlucht sind zugedeckt mit den helleren Zweigen der Liane *PROUSTIA GLANDULOSA*. (14. 10. 1952).
- Bild 20 Nördlichstes Vorkommen des sommergrünen Laubwaldes von *NOTHOFAGUS OBLIQUA* am Südabhang der Campana in etwa 1600 m ü. M. (20. 10. 1952).
- Bild 21 Espinal an der Cuesta San Vicente bei Melipilla. *ACACIA CAVEN* mit *MAITENUS BOARIA*, *QUILLAYA SAPONARIA*, *SCHINUS DEPENDENS*, *MÜHLENBECKIA CHILENSIS*, *TREVOA TRINERVIS* u. a. Bodenvegetation vorwiegend aus nicht chilenischen Arten (14. 12. 1952).
- Bild 22 Bodenerosion infolge von Ackernutzung im Tal von Mininco. (8. 12. 1952).
- Bild 23 Aufforstung mit *PINUS INSIGNIS* auf ehemaligem Ackerland bei Mininco. Rechts Reste des natürlichen Hartlaubwaldes mit *CRYPTOCARYA RUBRA*, *PEUMUS BOLDUS* u. a. (8. 12. 1952).
- Bild 24 Palmenbestand im Cocalántal mit Unterholz von *LITHRAEA CAUSTICA*, *PEUMUS BOLDO*, *ACACIA CAVEN* u. a. Im Vordergrund Übergang zu einem Reinbestand von *ACACIA CAVEN* (Espinal) infolge von Beweidung und wirtschaftlicher Nutzung der Palmen. (14. 12. 1952).
- Bild 25 Bewirtschaftete Fläche in der Talbodenstufe des Diguillintales mit Resten des Mischwaldes von *NOTHOFAGUS PROCERA* und *NOTHOFAGUS OBLIQUA* zur Zeit der Laubentfaltung. (Mitte September 1952).
- Bild 26 *NOTHOFAGUS ANTARCTICA* an der Baumgrenze (ca. 2000 m) des Cerro Petroquines (28. 9. 1952).
- Bild 27 Waldstufen im Diguillintal am Nordhang der Yeguas. Am Gipfel (2100 m) Neuschnee. Obere einheitlich helle Waldstufe: *NOTHOFAGUS PUMILIO* (kahl). Darunter in den Schluchten immergrüne Bestände von *NOTHOFAGUS DOMBEYI* (dunkel) und auf dem Rücken *NOTHOFAGUS PROCERA*. (Mitte September 1952).
- Bild 28 Weidewirtschaft im Gebiet der sommergrünen Laubwälder mit Resten des *NOTHOFAGUS OBLIQUA*-Waldes (4. 12. 1952).
- Bild 29 Dünenwald an der Westküste von Chiloé, von der Landseite aus gesehen, mit *AEXTOXICUM*, *MYRCEUGENIA* u. *RHAPHYTHAMNUS*.
- Bild 30 *AEXTOXICUM-EUCRYPHIA CORDIFOLIA*-Wald im Puntiajudotal.
- Bild 31 In Blöcke gespaltener Alerce Stamm. Der größte Teil des gefällten Holzes bleibt bei dieser Art der Aufbereitung ungenutzt im Walde. (2. 2. 1953).
- Bild 32 Lianenreicher immergrüner Regenwald bei Puntera (Chiloé) mit *LAURELIA SERRATA*, *EUCRYPHIA CORDIFOLIA*, *WEINMANNIA TRICHOSPERMA*, *AMOMYRTUS MELI*, *GUEVINA AVELLANA* u. a. (17. 1. 1953).
- Bild 33 *NOTHOFAGUS DOMBEYI*-Wald am Todos los Santos See. (2. 7. 1952).
- Bild 34 *FITZROYA PATAGONICA* (über 50 m hoch) in durch Straßenbau gelichtetem Bestand in der Küstenkordillere westlich von La Union. (2. 2. 1953).
- Bild 35 Durch Abwehung des Dünenandes freigelegter Stamm von *GUNNERA CHILENSIS* an der Westküste von Chiloé. (13. 1. 1953).
- Bild 36 Frische Brandrodung („roce“) im Urwald von Chiloé. (16. 1. 1953).
- Bild 37 Luvseitiger Rand des gleichen Waldes wie Abb. 29. Windwirkung (13. 1. 1953).
- Bild 38 *NOTHOFAGUS ANTARCTICA* nahe an der Trockengrenze des subantarktischen Sommerwaldes am Morro Chico nördlich der Straße von Magallanes. (22. 12. 1952).
- Bild 39 Durch die Schafweidewirtschaft aufgelichteter Grenzgürtel des Waldes gegen die ostpatagonische Steppe. Links der Basaltklotz des Morro Chico mit dem im Bild 38 dargestellten Bestand von *NOTHOFAGUS ANTARCTICA*. (22. 12. 1952).



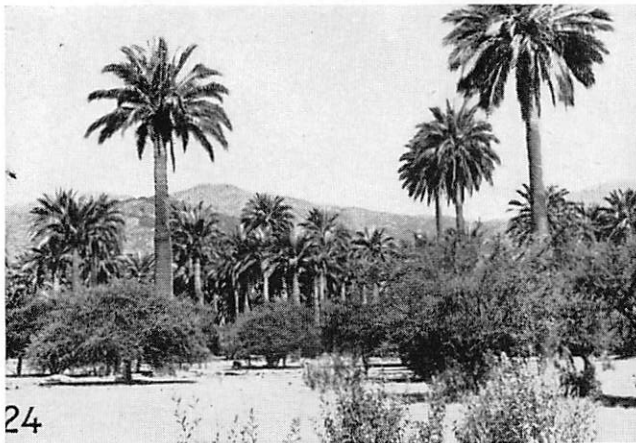


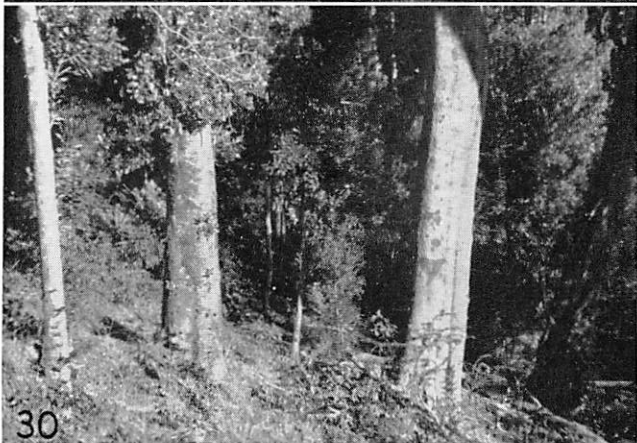
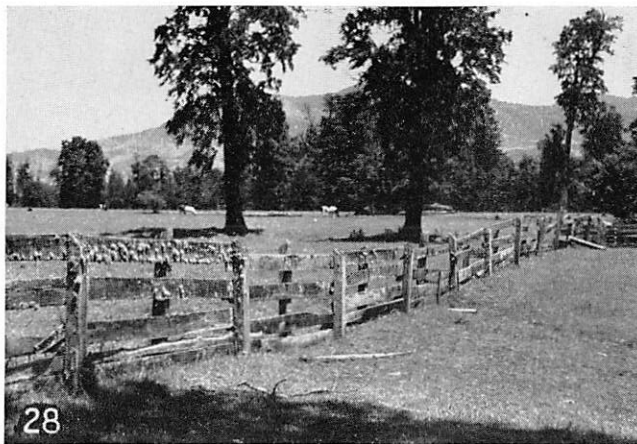




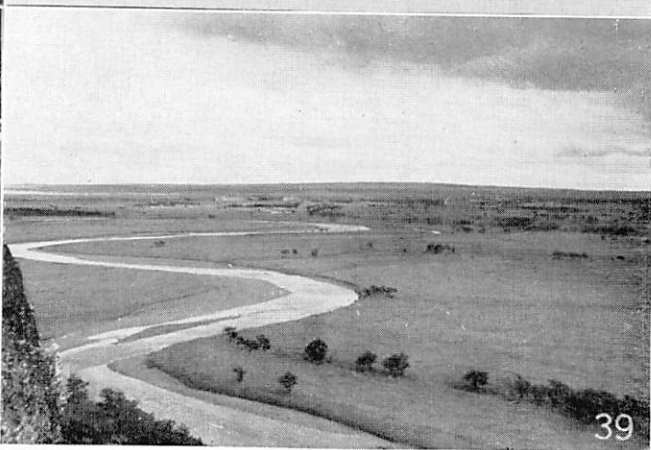






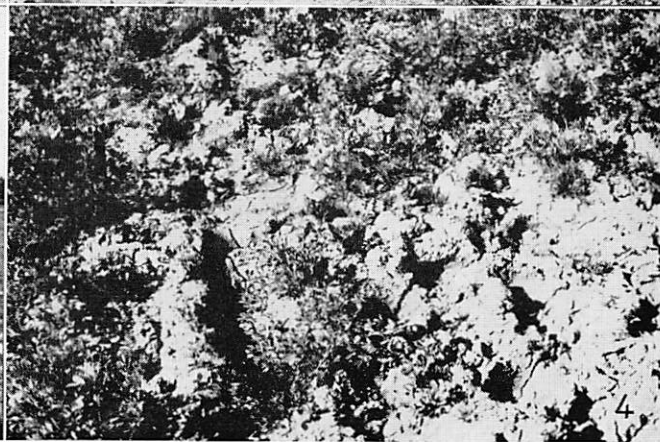
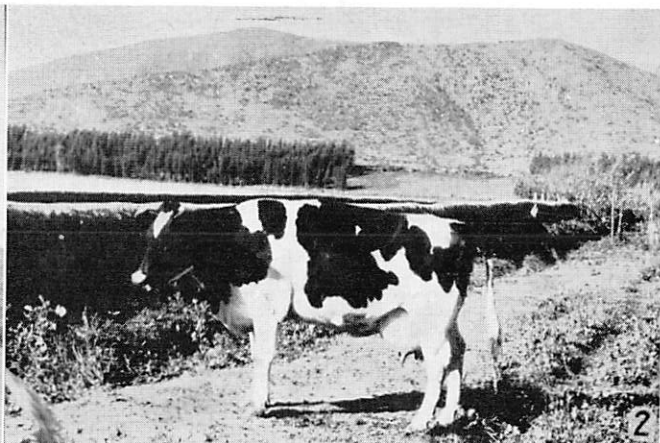
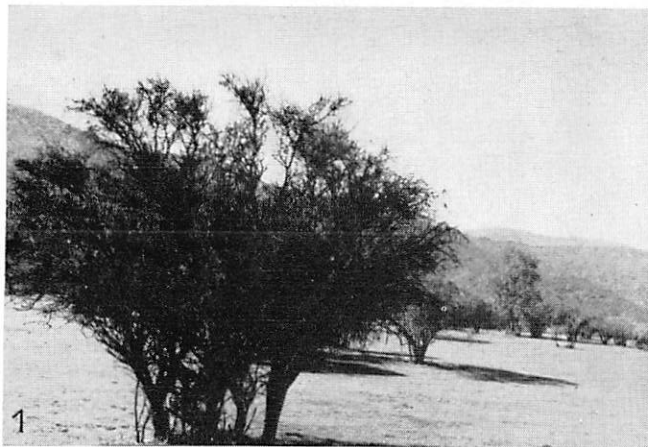




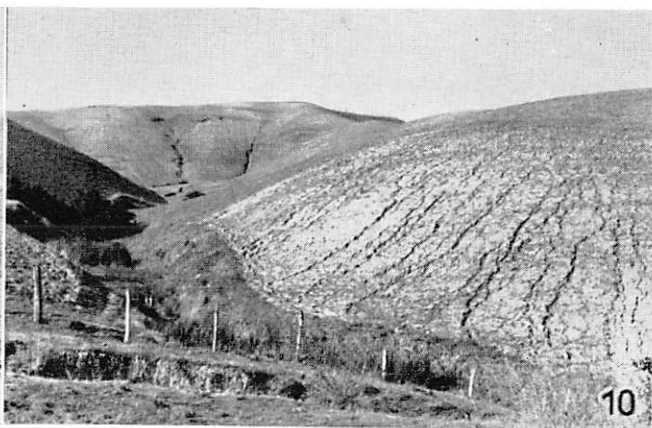
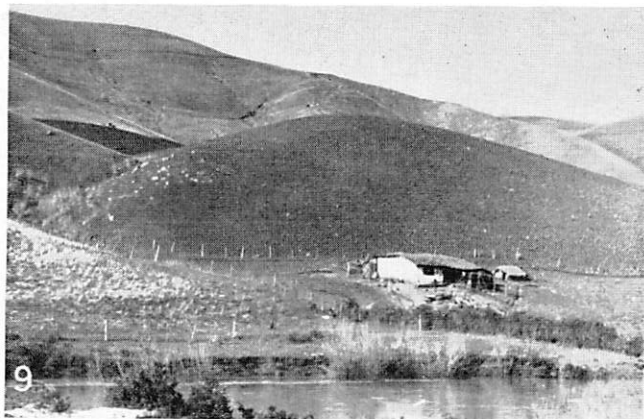


- Bild 1: *ACACIA CAVENIA* — Weide am Kordillerenfuß.
- Bild 2: Bewässerungsoase östlich La Serena; auf den Hügeln Zwergstrauchsteppe als Ziegenweide.
- Bild 3: Luzernebewässerung nahe Santiago.
- Bild 4: Zertretene Neuansaat bewässerter Luzerne.
- Bild 5: „Cardos“ (*CYNARA*) als Überbeweidungsunkraut in zweijähriger Luzerne.
- Bild 6: *GALEGA OFFICINALIS* als Überbeweidungsunkraut in Rotklee.
- Bild 7: Brombeere („Zarzamora“) als Weideunkraut.
- Bild 8: Rubusbekämpfungstrupp auf der Hazienda Limache. (Aufn. *Schmithüsen* Okt. 1952).
- Bild 9: Weizenfelder in Malleco; links oben pflügt ein Gespann am Steilhang.
- Bild 10: Weizenfelder in Malleco mit frischen Erosionsrinnen.
- Bild 11: Erosionsschluchten infolge ständigen Weizenbaues am Hang.
- Bild 12: Erfolg der Schonung: üppiger Graswuchs auf erodiertem Trockenland ohne Weidegang.
- Bild 13: Chusquea-Mantel (*Colihue*, geradschäftige Formen) am Waldrand.
- Bild 14: Ñadi-Vegetation.
- Bild 15: „Wurm“-Schäden (S. 116) auf Wechselgrasland.
- Bild 16: Im Rodungsbetrieb; Vordergrund gesäubertes Kulturland, Hintergrund Regenwald und „halbgesäuberte“ Weiden.

(Alle Aufnahmen [außer 8] *Klapp* 1952).









1. Bodenstation und Wetterhütte in Mininco, 25. 2. 1954.
2. Basale Rosetten von *ECHIUM VULGARE* als charakteristische Wuchsform der Winterkrise auf nacktem Boden (Mininco, 23. 9. 1953).
3. Ein Arrayan-Zweig (*MYRCEUGENIA APICULATA*), dessen jüngste Blätter durch die Fröhsommerkrise in der Entfaltung gehemmt werden (Mininco, Nov. 1953).
4. Erlenblätter (*ALNUS GLUTINOSA*) aus Villarica mit apikaler Einkerbung, verursacht durch Disharmonie zwischen Gefäßwachstum und Spreitenentfaltung (Fundo Voipir, 18. 11. 1953).
5. Zu den typischen morphologischen Anomalien des Spätsommerimpulses gehört die Entwicklung von Rosetten aus Blütensprossen von *ECHIUM VULGARE* (Mininco, 23. 3. 1954).
6. Bei noch nicht völlig vertrockneten Blütensprossen von *ECHIUM VULGARE* kann der Spätsommerimpuls abnorme Verlängerungen einzelner Blütenzweige hervorrufen (Mininco, 12. 3. 1954).
- 7a. Der Spätsommerimpuls läßt durch die Sommerdürre unterdrückte Blüten sich entfalten, so daß dann oft neben reifen Früchten voll entfaltete Blütenstände erscheinen. *SAMBUCUS NIGRA*, reife Beeren und Blütenstand von der gleichen Pflanze (Mininco, 26. 1. 1954).
- 7b. Neben den reifen Früchten der Haselnuß (*CORYLUS AVELLANA*) sind die männlichen Blüten, die sich zum Teile Anfang des folgenden Winters (Mai) zum anderen Teile aber erst im Frühjahr (September) entfalten werden, schon sehr weit entwickelt. Die starken Wölbungen der Blätter entsprechen den Wirkungen der Fröhsommerkrise und der Sommerdürre. (Mininco, 25. 2. 1954).
8. Auch ausländische Arten (*PINUS RADIATA* Don., etwa 45 Jahre alt) neigen unter den Einflüssen des regionalen Klimas zur Entwicklung von Kugelschirmformen. Bemerkenswert ist die an aufwärts gebogenen Zweigen erkennbare Wachsförderung an der Nordseite (auf dem Bilde links) des Baumes. (Mininco, 2. 2. 1954).

