BONNER GEOGRAPHISCHE ABHANDLUNGEN
ISSN 0373-0468

Herausgegeben von
H. Hahn - W. Kuls - W. Lauer - P. Höllermann - K.A. Boesler
Schriftleitung: H.-J. Ruckert

Heft 70

Horst-Michael Freiberg

Vegetationskundliche Untersuchungen an südchilenischen Vulkanen

1985

In Kommission bei
Ferdinand Dümmlers Verlag - Bonn

Horst-Michael Freiberg

Vegetationskundliche Untersuchungen an südchilenischen Vulkanen

BONNER GEOGRAPHISCHE ABHANDLUNGEN
ISSN 0373-0468
Herausgegeben von
H. Hahn W. Kuls W. Lauer P. Höllermann K. A. Boesler
Schriftleitung: H.-J. Ruckert

Heft 70

Horst-Michael Freiberg

Vegetationskundliche Untersuchungen an südchilenischen Vulkanen

1985

In Kommission bei
FERD. DÜMMLERS VERLAG · BONN
– Dümmlerbuch 7620 –

Vegetationskundliche Untersuchungen an südchilenischen Vulkanen

von

Horst-Michael Freiberg

Mit 13 Abbildungen, 4 Tabellen und 4 Beilagen

In Kommission bei

FERD. DÜMMLERS VERLAG · BONN

Dümmlerbuch 7620

ISBN 3-427-76201-7

Herstellung: Richard Schwarzbold, Witterschlick b. Bonn

Vorwort

Als "südandine Hochgebirgsvegetation der Zwergstrauchheiden, Gras- und Gesteinsfluren" beschreibt SEIBERT in der 2. Auflage der Vegetationskarte von Südamerika (1981) noch die Vegetation des Untersuchungsgebietes. Diese nach Formationen vorgenommene Gliederung konnte bis dahin, mit nur sehr spärlich vorhandenen Vegetationsaufnahmen, nach pflanzensoziologischen Kriterien nur unzureichend gegliedert werden.

Den Anstoß zur Durchführung der vorliegenden Arbeit gab dann eine Forschungsreise von Herrn Prof. Dr. Paul Seibert im Jahre 1980, die ihn auch nach Süd-Chile führte. Ihm bin ich für die in jeder Weise geleistete Beratung und Betreuung - wie auch für die Möglichkeit dieses chilenische "Abenteuer" beginnen zu können - zu größtem Dank verpflichtet.

Ebenso danke ich Herrn Prof. Dr. F. Schlegel von der Universidad Austral de Chile für seine Betreuung während meines Aufenthaltes in Chile sowie für die Bereitstellung finanzieller Mittel, mit denen der reibungslose Ablauf notwendiger Geländeaufenthalte möglich war.

Allen Angehörigen der Universidad Austral de Chile möchte ich an dieser Stelle für vielfältige Hilfestellungen herzlichst danken.

Zu danken habe ich auch Herrn Prof. Dr.Dr. h.c. E. Oberdorfer für die offene Diskussion vor allem über den gesellschaftssystematischen Teil dieser Arbeit.

Mein Dank gilt auch den Herren Professoren A. Baumgartner, J. Huss, J. Pfadenhauer und K. E. Rehfuess, die mir, ebenso wie Herr Studienrat X. Menhofer und Herr Dr. H. Rodenkirchen, nach Durchsicht des Manuskriptes wertvolle Hinweise gegeben haben.

Dipl.Biol. M. Storch und Dipl.Forstw. B. Zenke möchte ich für ihre hilfreiche Unterstützung in der Datenverarbeitung danken.

In der vorliegenden Form wurde die Arbeit im Frühjahr 1984 von der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Universität München als Dissertation angenommen.

Nicht zuletzt sei dem Deutschen Akademischen Austauschdienst gedankt, der die Realisierung der Forschungsarbeit durch ein eineinhalbjähriges Stipendium ermöglichte. Herrn Prof. Dr. W. Lauer danke ich für die Aufnahme meiner Arbeit in die "Bonner Geographischen Abhandlungen".

Horst-Michael Freiberg

Inhaltsverzeichnis Seite

Verzeichnis der Abbildungen

Verzeichnis der Tabellen im Text

Verzeichnis der Vegetationstabellen (als Beilagen)

Im Text bzw. in den Vegetationstabellen verwendete Abkürzungen

A,AC = Assoziationscharakterart
V,VC = Verbandschar.
O,OC = Ordnungschar.
K,KC = Klassenchar.
DG = Geographische Differentialart

1 Einleitung und Problemstellung

Im Gefolge der Explosion der Vulkaninsel Krakatau vor genau einhundert Jahren im August 1883 explodierte gleichsam die Erforschung von Pflanzengesellschaften und ihrer Lebensbedingungen auf vulkanischen Ausgangsgesteinen.

Vor allem die mehr als dreihundert aktiven Vulkane des zirkum-pazifischen Vulkanringes von Neu-Seeland über Java, Sumatra, die Philippinen, Japan der Kamtschatka-Halbinsel, Aleuten, die Westküste Nord- und Mittelamerikas, Niedere Antillen bis hinab nach Süd-Chile erweckten stets aufs Neue das Interesse vieler Naturforscher und Botaniker (TREUB, 1888 ERNST, 1934; EGGLER, 1959; MUELLER-DOMBOIS, 1979; DEL MORAL, 1983). Das Bild wird durch die im ostafrikanischen Grabenbruch, in Süditalien, auf Island und Hawaii noch tätigen Vulkane abgerundet. Zahlreiche Forschungen an Vulkanen förderten vor allem in jüngster Zeit aufgrund von Langzeitbeobachtungen wichtige Erkenntnisse über die Regenerationsfähigkeit von Pflanzengesellschaften bzw. deren Neuentstehung. So fanden SMATHERS & MUELLER-DOMBOIS (1974) heraus, daß die auf Hawaii beheimatete baumartige Metrosideros polymorpha selbst bei einer Aschenüberdeckung von zweieinhalb Metern oder einer Schweißschlackendecke von 30 bis 50 cm ihr Ausschlagsvermögen nicht eingebüßt hatte. Diese Tatsache läßt viele der "alten" Arbeiten zur Sukzessionsforschung an Vulkanen in einem neuen Lichte erscheinen. Die geradezu erstaunlich progressiv verlaufende Regeneration der Vegetation ist vermutlich der Vitalität einzelner Arten zuzuschreiben.

Auf der kleinen Vulkaninsel Surtsey begannen die Sukzessionsstudien, noch während das Gestein auskühlte. Das Gitternetz an Aufnahmeflächen, mit dem das ganze Eiland überzogen wurde, erlaubte, das Studium der Sukzession jeder Phase für jeden Ort minuziös zu verfolgen (SCHWABE, 1970; FRIDRIKSSON, 1978).

In ähnlicher Weise untersuchte auch DEL MORAL (1983) die Aschen- und Schlammströme des Mt. St. Helens. Auf seinen Permanentparzellen mit einer nur dünnen Asche- bzw. Schlammauflage erschienen bereits im Spätsommer des gleichen Ausbruchsjahres Pflanzen, die den Vulkanausbruch offensichtlich überlebt hatten.

Insgesamt gesehen befinden sich unter den zahlreichen botanischen Forschungen ohnehin nur wenige pflanzensoziologisch orientierte Arbeiten (POLI, 1965; 1970; SUZUKI-TOKIO, 1970). Was aber die andinen Pflanzengesellschaften südchilenischer Vulkane betrifft, so haben wir es hier förmlich mit einem "Wissenskrater" zu tun, da vegetationskundliche Studien fast jeglicher Art fehlen.

Bis auf wenige Einzelaufnahmen von OBERDORFER (1960) und VILLAGRAN (1980) blieben die südchilenischen Vulkane in ihrer floristisch-soziologischen sowie strukturellen Zusammensetzung bislang unerforscht. Die vorliegenden Untersuchungen stellen demnach eine Grundlagenarbeit dar, deren Ziel es war, folgende Fragen zu klären:

1. Welcher Art ist die floristische, soziologische und strukturelle Natur der andinen Pflanzengesellschaften südchilenischer Vulkane?

2. Bestehen zwischen den vulkanischen Böden und den darauf stockenden Pflanzengesellschaften Korrelationen? Sind, wenn es solche Korrelationen gibt, die einzelnen Pflanzengesellschaften auch damit voneinander deutlich abgrenzbar?

3. Inwieweit genügt das bereits bestehende System OBERDORFERs (1960) den Anforderungen, die andinen Pflanzengesellschaften Süd-Chiles zu erfassen?

4. Können mit den Untersuchungen Aussagen über die Syndynamik der Pflanzengesellschaften getroffen werden?

Schließlich sollte ein Teil des pflanzensoziologisch bearbeiteten Vulkans Antillanca (Nationalpark Puyehue) im Maßstab 1:10 000 kartiert werden, um damit den aktuellen Ausbreitungszustand der Vegetationstypen zu dokumentieren.

Die aufgeworfenen Fragen wurden in vier Hauptkapiteln behandelt:

Kap. 3 Die Vegetation des Untersuchungsgebietes
Kap. 4 Bodenkundliche Untersuchungen zur ökologischen Charakterisierung der Pflanzengesellschaften am Vulkan Antillanca
Kap. 5 Synsystematische Ordnung und Bewertung der untersuchten Pflanzengesellschaften unter Berücksichtigung des bestehenden Systems
Kap. 6 Gesellschaftsentwicklung auf vulkanischen Aschen und Laven

2 Das Untersuchungsgebiet

2.1 Lage und Oberflächengestalt

Das Untersuchungsgebiet liegt am Westabfall der Andenkordillere im Süden Chiles zwischen 39°00' und 41°50' südlicher Breite. Geprägt wird dieser Naturraum durch die glaziale Seenlandschaft mit ihren dem Andenhauptkamm vorgelagerten Vulkanbauten.

Das Gebiet setzt sich aus mehreren Teiluntersuchungsgebieten zusammen (Abb. 1).

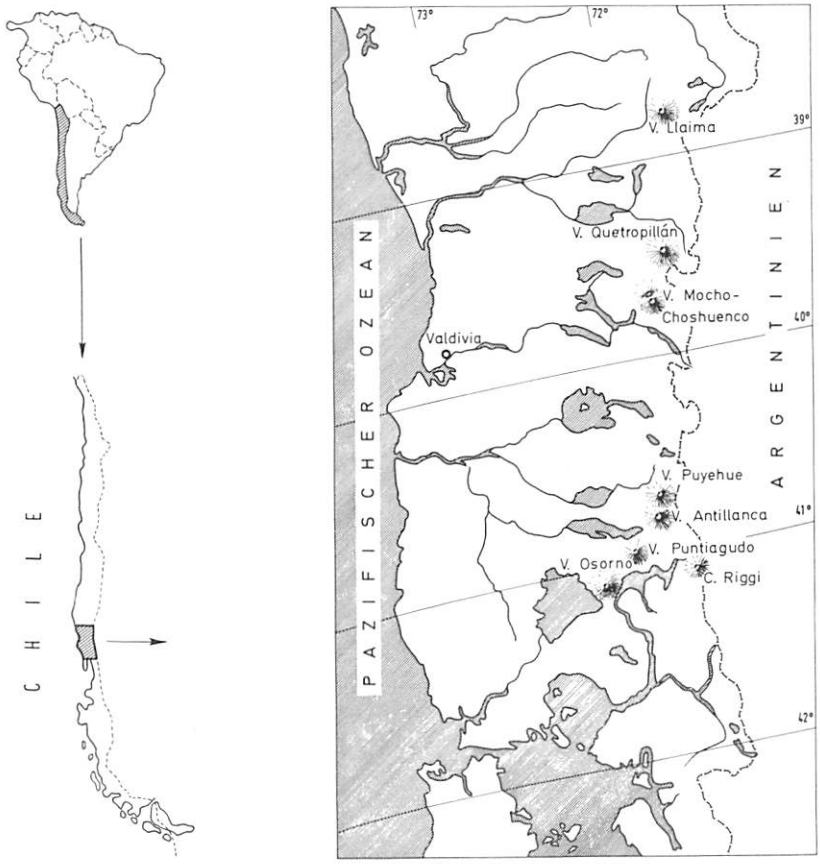


Abb. 1 Geographische Lage der einzelnen Teiluntersuchungsgebiete.
(V.=Vulkan, verändert nach OBERDORFER, 1960)

Bis auf den Cerro Riggi handelt es sich bei ihnen um noch teilweise aktive Vulkane (Tab.1). Der Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit lag im Vulkangebiet des Antillanca. Dieser fast 2000 m hohe Vulkan mit seinem den Krater ausfüllenden Gletscher ist Teil des ca. 112000 ha großen Nationalparks Puyehue. Die Nationalparkfläche schließt den nur wenige Kilometer nördlich vom Vulkan Antillanca liegenden 2240 m hohen Vulkan Puyehue ein. Mit seinem östlichen Rand berührt der Park die argentinische Grenze, mit dem südlichen den Nationalpark Vicente Perez Rozales.

sehr starke Eruptionen:	1920
Ausbruchstätigkeit:	1920
geringe Ausbrüche und normale Tätigkeit:	(1920)
Fumarolen:	((1920))
Maare:	M
Llaima 3124 m 38°42'	1640, 1751, 1852, (1862-64), 1864, 1876, (1893), 1903, (1907-08), (1912), (1914), 1917, (1929), 1930, 1941, 1955-57, ((1959-60)).
Mocho-Choshuenco 2430 m 39°56'	1864?
Puyehue - Las Azufreras 2240 m 40°35'	1905, 1907, 1919, 1920-21, 1955, 1960.
Port Puyehue 1100 m 40°37'	M
Osorno 2660 m 41°6'	1575, 1640, 1644, 1719, (1719-90), 1790-91, (1834), 1835, 1837, ((1852)), 1855, 1869.

Tab.1 Vulkane Llaima bis Osorno und ihre Ausbruchstätigkeit nach einer Zusammenstellung von v. BUCH, 1970.

2.2 Geologie und geomorphologische Gliederung

Geomorphologisch ist das Untersuchungsgebiet in seiner Ost-West-Erstrekkung in drei meist klar voneinander abgesetzte tektonische Elemente gegliedert: die Küstenkordillere, die Längstalsenke und die Andenkordillere.

Die in diesem Abschnitt nur selten 1000 m überschreitende Küstenkordillere besteht ihrer geologischen Grundmasse nach aus Glimmerschiefer, Arkosen und Quarziten des Jungalgonkiums (ILLIES, 1959). Sie wird auf ihrer Westseite durch den Pazifik und auf der Ostseite durch das Längstal begrenzt. Durch Übergänge und Querbrücken ist sie mit der Andenkordillere verbunden, die in diesem Gebiet ihre höchste Erhebung in dem erloschenen Vulkan Tronador (3473 m) erreicht. Das tertiäre Faltungsgeschehen ließ z.T. alpinotype Formen entstehen (ZEIL, 1964), was zur Bezeichnung "Chilenische Schweiz" führte. Geologisch besteht der Andenkörper aus einem Sockel kretazischer Konglomerate, Sandsteine, Granitintrusionen und begrenzter Vorkommen älterer Sedimentgesteine (AGUIRRE und LEVI, 1964, zit. n.v. BUCH 1970).

Nach LAUER (1968) können drei Vereisungsstadien unterschieden werden , von denen die älteste mit ihren Eismassen bis an den Fuß der Küstenkordillere vorstieß. In der weiteren geomorphologischen Gliederung von Westen gegen die Hochkordillere folgen kuppige, später flachwellige Grundmoränenlandschaften, in die fluvioglaziale Schotterfluren eingebettet sind (WEISCHET, 1957).

Parallel zum Andenhauptkamm verläuft eine Kette sich N-S-erstreckender, junger Basalt- und Andesitstratovulkane, deren Tätigkeit an der Pliozän-Pleistozängrenze einsetzte und in der Postglazialzeit kulminierte (ILLIES, 1959; v. BUCH, 1970). Zu Beginn des späten tertiären und frühen pleistozänen vulkanischen Geschehens bestanden die vulkanischen Auswurfmassen aus rhyolithischen und trachytischen Laven, die später andesitisch-basaltischen Charakter hatten (CASERTANO, 1963). Sie sind in der Andenkordillere und an ihrem Westabfall weit verbreitet. Nach v. BUCH (1970) unterscheiden sich die geförderten Lockerprodukte der verschiedenen Vulkane in ihrem Chemismus nur unwesentlich voneinander.

Der rezente Vulkanismus ist nach demselben Autor offensichtlich rückläufig in seiner Stärke und Förderleistung. Mächtige, dem frühen Postglazial entstammende Aschen- und Bimssteindepositionen von 0,5 bis 2,0 m

Mächtigkeit, wie sie von SALMI (1941) und AUER (1950) 50 bis 70 km östlich der Vulkane auf der argentinischen Seite gefunden wurden, weisen auf ehemals außergewöhnlich heftige Eruptionen hin. Sie sind in jüngster, historisch überschaubarer Zeit nicht mehr aufgetreten. Weitere Merkmale ausklingender vulkanischer Tätigkeit sehen ILLIES (1959) und CASERTANO (1963) in der Maarbildung und dem Übergang vom effusiven zum explosiven Vulkanismus.

Das herausgeschleuderte vulkanische Lockermaterial wurde durch die vorherrschenden Westwinde vorwiegend in östliche Richtungen verdriftet. Daß Vulkanausbrüche auch von primär nicht vulkanischen Ereignissen induziert werden können, zeigte die Erdbebenkatastrophe vom 22. Mai 1960. Nur 48 Stunden nach Abklingen des Bebens folgte die Eruption des Puyehue-Vulkans. Während dieser Ausbrüche öffneten sich über eine Gesamtlänge von 14 km mehrere Spalten in diesem Vulkangebiet, und Lava strömte aus 28 kleineren Seitenkratern (KATSUI, 1967).

2.3 Klima

Nach der klimazonalen Gliederung Chiles von WEISCHET (1957) liegt das Untersuchungsgebiet in der gemäßigten immerfeuchten Zone (38 südlicher Breite bis 45 südlicher Breite) mit Regenmaximum im Winter. Im Kartenwerk zur Klimaökologie von Chile (HUBER, 1975) werden als mittlere jährliche Niederschlagssummen für die Küstenkordillere ca. 3000 mm, für die Längstalsenke 2000 bis 1500 mm und für die Andenkordillere 5000 mm Niederschlag angegeben.

Diese allgemeinen Angaben zur Niederschlagsverteilung lassen sich für die einzelnen Teiluntersuchungsgebiete in der Andenkordillere wegen fehlender Meßstationen nicht weiter verfeinern. Selbst die für das Vorandengebiet vorhandenen Meßdaten können nur andeutungsweise das klimatische Geschehen oberhalb 1000 bis 1200 m beschreiben. Bereits HUBER (1975) weist in seiner Arbeit auf diesen Umstand hin und schreibt, daß seine rechnerisch ermittelten Niederschlags- und Temperaturwerte für die Hochanden mit größtem Vorbehalt betrachtet werden müssen. Für das Hauptuntersuchungsgebiet des Vulkans Antillanca sind Niederschlags- und Temperaturmeßwerte aus zwei Höhenstufen vorhanden, die zusammen mit Meßwerten aus den übrigen Teiluntersuchungsgebieten in Tab.2 zusammengestellt sind.

Bei einer mittleren Minimum-Temperatur für den Wintermonat Juli von 0,8°C und einem Monatsmittel von 4,8°C kommt es auch in Aguas Calientes (440 m NN) zu Schneefällen. Die Schneedecke ist aber nur kurzlebig, und erst ab 750 bis 800 m NN bleibt sie auch über die Wintermonate Juni und August erhalten.

Ort	Geograph. Lage Breite S	Länge W	Vulkangebiet/Höhe	(m NN)	Jährl. Niederschlag (mm)	Winter-Niederschlag (Juni-August) (%)
Lonquimay	38°26'	71°15'	Llaima	900	1855	
Trafun	39°40'	71°51'	Quetropillan	550	4630	40
Neltume	39°51'	71°56'	Mocho-Choshuenco	500	4540	46
Choshuenco	39°50'	72°05'	-"-	140	3520	47
Aguas Calientes	40°44'	72°19'	Antillanca Puyehue	440	4096	36
Antillanca	40°42'	72°18'	-"-	1100	5633	30
Puntiagudo	41°05'	72°17'	Puntiagudo	190	3080	35
Petrohue	41°07'	72°23'	Osorno	190	4000	30
Peulla	41°05'	72°02'	Cerro Riggi	190	3468	36

Tab.2 Niederschlagsverhältnisse in den Anden des Untersuchungsgebietes (zusammengestellt nach SCHMITHÜSEN (1956) HEUSSER (1974) VEBLEN und ASHTON (1978)).

2.4 Böden und ihre Entwicklung

Böden, die sich aus vulkanischen Lockersedimenten entwickeln, werden nach dem Klassifikationssystem der VII. Approximation (BUOL et al. 1980) zu den Inceptisols gerechnet und hier wiederum durch die Untereinheit der Andepts gekennzeichnet. Allgemein handelt es sich bei den Inceptisols um schwach entwickelte Böden mit erkennbaren Horizontbildungen, deren Unterklasse Andept nach der FAO-Bodennomenklatur (BUOL et al. 1980) auch Andosole genannt werden und Böden vulkanischer Aschen mit schwarzem A_h-Horizont kennzeichnen. Andosole haben sich nach PAPADAKIS (1969) in großen Teilen des Andenhauptkammes Süd-Chiles entwickelt und herrschen auch im Untersuchungsgebiet vor. In Chile heißen diese Böden "Trumaos", was in der Indianersprache Mapuche soviel bedeutet wie "Staubanhäufung" (BESOIN, 1969). Sie sind vergleichbar mit den Andosols und Kurobokus Japans (TAKEHARA, 1964) oder den "Yellow Brown Loams" und den "Yellow Brown Pumice Soils" Neuseelands (TAYLOR 1949, zit. n.v. BUCH 1970).

Die Bodenart ist Lehm oder schluffiger Lehm, mit Korngrößen um 2,0 mm und braun-gelblicher Färbung (BESOIN; 1969; GREZ, 1977). Erst in Gebieten starker rezenter Aschensedimentation - hierzu sind auch Bimssteine und Schlacken zu rechnen - kommen anders geartete, unreife, rankerähnliche Trumao-Böden vor (v. BUCH, 1970). GREZ (1977) nennt solche jungen, aus gröberem Material hervorgehenden Bodenbildungen Andosol-Ranker. THORANISSON (in WESTGATE & GOLD, 1974) trennt die verschiedenen vulkanischen Gesteinsprodukte in Laven und klastische Gesteine, sog. Tephra wie z. B. Bims, Aschen und Schlacken. Die Lava wird darüberhinaus noch in zwei Typen untergliedert:

a) ein glatter, wenige Risse und Spalten aufweisender Typ - die Pahoehoe-Lava - und
b) ein rauher, brüchiger, stark reliefierter Typ - die Aa-Lava.

Bei Ascheböden dieser Gesteinsgruppe ist die Skelettkomponente deutlich vertreten. Es handelt sich daher um einen recht grusigen, z. T. Kies und Steine enthaltenden Steilhang-Wanderschutt (v. BUCH, 1970). Um aber als Trumao bezeichnet werden zu können, fehlen solchen Aschen-

paketen die typischen Merkmale dieser Bodengruppe wie Humus- und Allophananreicherung. Bisher wurden vorwiegend nur die forst- und landwirtschaftlich interessanten Standorte auf ihre potentielle Ertragsfähigkeit hin bodenkundlich untersucht. Daher können in diesem Zusammenhang nur die wesentlichen Bodenbildungsvorgänge und Bodeneigenschaften typischer Trumaos dargestellt werden.

Der spezifische Verwitterungsprozeß frisch gefallener Aschen unter humiden Ausgangsbedingungen kann nach TAKEHARA (1964) durch die folgende Sequenz wiedergegeben werden:

1. Wegen der meist schwefelhaltigen Beimengung reagiert die frisch gefallene Asche zunächst noch stark sauer. Die sauren Bestandteile werden aber rasch mit dem Regenwasser gelöst und verfrachtet. So stellt sich bald ein fast neutrales Milieu ein.

2. In den Aschenteilchen mit ihrer großen inneren Oberfläche schreitet die Verwitterung rasch voran, und durch das Herauslösen basisch wirkender Elemente erniedrigt sich der pH-Wert.

3. Der Basenaustrag wird durch ein humides Klima beschleunigt, und es werden Si- und Al-Gele gebildet, die sich zu Allophan, einem amorphen sekundären Tonmineral, verbinden.

4. Die Weiterentwicklung des Allophans verläuft über hydratisierten Halloysit und Gibbsit schließlich zum Kaolinit.

Zum Allophan-Reichtum der vulkanischen Aschen und ihrem hohen Porenvolumen (60 bis 80 %), treten nach v. BUCH (1970), ELLIES (1975) und WEINBERGER (1970) noch weitere charakteristische Eigenschaften hinzu wie z.B.:

- ein dunkler, mächtiger, stark humoser A_h-Horizont.
- eine hohe innere Dränage in Verbindung mit großen Oberflächen der porösen Aschen lassen sie rasch und tiefgründig verwittern, wodurch es zu keiner einheitlichen Verwitterungsfront kommt.
- ein Wasserspeicherungsvermögen bei Feldkapazität zwischen 80 und 160 (260) % des Bodengewichtes.
- eine hohe Wasserinfiltrationsgeschwindigkeit zwischen 7,5 und 12 cm/h. (Für die groben Aschen- und Schlackenschichten der verschiedenen Teiluntersuchungsgebiete ist sicher ein noch wesentlich höherer Infiltrationswert anzunehmen).

3 Die Vegetation

3.1 Pflanzengeographische Stellung des Untersuchungsgebietes

Die großräumige Verbreitung der wichtigsten chilenischen Vegetationstypen skizzierten bereits PHILIPPI (1858) und GRISEBACH (1884). GRISEBACH beschreibt eindrucksvoll das ausgeprägte Formationsgefälle zwischen der Atacama-Wüste im Norden Chiles und den immergrünen bzw. laubabwerfenden Wäldern des mittleren und südlichen Abschnitts des Landes.

Eine genauere Gliederung der Vegetation nach pflanzengeographischen Gesichtspunkten bzw. Formationstypen geben REICHE (1907), SCHMITHÜSEN (1954,1956), SKOTTSBERG (1910), HUECK (1966) und QUINTANILLA (1981).

Vegetationsgliederungen, die mit pflanzensoziologischen Methoden erarbeitet wurden, sind die von OBERDORFER (1960), SCHMITHÜSEN (1960), ESKUCHE (1968, 69, 75) und VILLAGRAN (1980). OBERDORFER gliedert Chile im wesentlichen in drei klar aufeinander folgende Vegetationskreise:

1. Der nordchilenische Vegetationskreis
   mit Trichocereus-, Puya- und Gutierrezia-Gestrüppen,
   der von der Atacama-Wüste bis Los Angeles reicht.

2. Der mittelchilenische Vegetationskreis
   der durch die warmtemperierten Hartlaubgehölze der
   Klasse Lithraeo-Cryptocaryetea charakterisiert wird.

3. Der südchilenische Vegetationskreis
   der durch die kühltemperierten Lorbeer- und Sommerlorbeer-Wälder der Klasse Wintero-Nothofagetea und die
   andin-patagonischen Sommerwälder der Klasse Nothofagetea
   pumilionis-antarcticae gekennzeichnet wird.

Neben diesen drei flächenmäßig bedeutendsten Vegetationskreisen ist der antarktisch-hochandine Vegetationskreis wegen seiner disjunkten Areale nur schwer abzugrenzen.

In der Vegetationskarte von Südamerika (HUECK/SEIBERT, 1981) wird dieses Gebiet als "südandine Hochgebirgsvegetation der Zwergstrauchheiden, Gras- und Gesteinsfluren" bezeichnet. OBERDORFER (1960) weist darauf hin, daß die soziologisch-systematischen Einheiten dieser Hochgebirgsvegetation erst noch zu erarbeiten sind, bevor der Vegetations-

kreis genauer abgegrenzt werden könnte.

Die Vegetationsaufnahmen der sommergrünen Lenga-(Nothofagus pumilio)-Wälder sind folglich dem südchilenischen Vegetationskreis zuzurechnen, jedoch muß der überwiegende Teil der untersuchten Pflanzengesellschaften zum antarktisch-hochandinen Vegetationskreis gestellt werden.

Häufige, Physiognomie und Charakter dieses Vegetationskreises bestimmende Arten sind u.a.:

> Pernettya pumila, Empetrum rubrum, Quinchamalium chilense, Baccharis magellanica, Nassauvia dentata, Senecio bipontinii und Senecio triodon.

Nach einer pflanzengeographischen Einteilung CABRERAs (1958) gehören die untersuchten Pflanzengesellschaften teils dem "hochandinen Distrikt des Südens" (hochandine Provinz, andines Territorium) und teils dem laubabwerfenden Distrikt (subantarktische Provinz, subantarktisches Territorium) mit Lenga (Nothofagus pumilio) und Ñire (Nothofagus antarctica) an.

REDON (1976) hat für die chilenischen Kryptogamen bestimmte biogeographische Räume ausgewiesen. Er gliedert Chile danach in 9 nur von Flechten gekennzeichnete pflanzengeographische Räume oder Elemente. Nach dieser Einteilung überwiegt im Untersuchungsgebiet das "valdivianische Element" mit Cladonia pycnoclada, Cladonia gracilis, Pseudocyphelaria crocata sowie verschiedenen Stereocaulon-Arten.

3.2 Einzeldarstellung der Teiluntersuchungsgebiete

3.2.1 Vulkan Llaima

Der Llaima (3120 m) ist der nördlichste und zugleich aktivste Vulkan des Untersuchungsgebietes. Er erhebt sich zunächst flach, nach oben hin jedoch zunehmend steiler werdend, aus einer über viele Quadratkilometer von Asche und Lavaströmen bedeckten Ebene. Lavaströme haben, vergleichbar dem Vulkan Osorno, die ehemals bewaldeten Hänge bis auf wenige Waldreste zerstört, die heute als Zeugen des ehemaligen Waldes inmitten einer Wüste trostlosen schwarzen Lavagesteins stehen. Gebüsch- und Zwergstrauchgesellschaften sind erst spärlich entwickelt. Selbst die Steinschuttfluren überziehen nur in unregelmäßigen Fleckenmustern die Flanken des Vulkans. Auf dem blockigen Lavaschutt steigen sie nur bis etwa 1600 m hinauf; darüber erstreckt sich eine wüstenhafte Vulkanlandschaft.

3.2.2 Vulkan Quetropillan

Am ca. 2360 m hohen Vulkan Quetropillan finden sich geschlossene buschwaldartige Lenga-Bestände (Anemono-Nothofagetum Oberd. 60) noch in einer Höhe von ca. 1700 m. Die anfangs steiler, später dann flacher ansteigenden, von Bims und Lapilli überdeckten Vulkanflanken tragen überwiegend Steinschuttgesellschaften (Senecionetea bipontinii). Die wenigen Exemplare der im feinen Steinschutt wachsenden Pozoa coriacea deuten auf zunehmend kontinental-aridere Klimabedingungen hin, die sich am Vulkan Llaima weiter verstärken.

Ausgedehnte andine Rasenbestände des Perezio-Festucetum ass.nov. bilden zusammen mit Vegetationseinheiten der andinen Zwergstrauchheiden (Quinchamalio-Pernettyetea) und kleineren Quellmoorgesellschaften sowie lokal entwickelten Escallonia-alpina-Gebüschen eine lebhaft strukturierte Vegetationslandschaft nahe der Waldgrenze.

3.2.3 Vulkan Mocho-Choshuenco

Über der Waldgrenze (ca. 1200 m) des fast 2500 m hohen Doppelvulkans Mocho-Choshuenco werden die Vulkansandböden der Bergflanken von einem geschlossenen, etwa 300 m breiten Wiesengürtel (Carici-Festucetum ass. nov.) bedeckt. Escallonia alpina-Gebüsche gedeihen, mit einer Ausnahme, nur als kleinflächige Tupfer in einer ansonsten homogen strukturierten Festuca-Horstgras-Landschaft.

Zwergstrauch-Ausbildungen nehmen, wie am Vulkan Puyehue, nur einen schmalen Saum über den Graswiesen ein. Fast unvermittelt wechselt die Physiognomie der Pflanzendecke von den saftiggrünen Festuca-Wiesen über die unscheinbaren Zwergstrauchheiden zu den offenen, artenarmen Ausbildungen der Steinschuttgesellschaften (Nassauvietum revolutae), deren obere Grenze durch den in ca. 1900 m Höhe beginnenden Gletscher gegeben ist.

3.2.4 Vulkan Puyehue

Die Pflanzengesellschaften auf den breiten, sanft ansteigenden Hängen oberhalb der Waldgrenze (ca. 1200 m) des Vulkans Puyehue (2420 m) bestehen im wesentlichen aus sowohl physiognomisch als auch floristisch

voneinander deutlich abgesetzten andinen Rasen (Festucetea thermari class. nov., Gunnero-Festucetum ass. nov. prov.) und Steinschuttfluren (Senecionetea bipontinii Oberd. 60 em.). Die Rasengesellschaft dieses Vulkans stockt auf sehr sandigen Böden und wird als Gunnero-Festucetum thermari bezeichnet, in der die feuchteliebende Gunnera magellanica im dichten Grasteppich häufig verbreitet ist.

Die Steinschuttgesellschaften entsprechen ihrer floristischen Zusammensetzung nach dem artenarmen Nassauvietum revolutae und können überdies aufgrund der lokal verbreiteten Nassauvia lagascae var. lanata als Rasse dieser Assoziation angesehen werden.

Zwischen diesen beiden physiognomisch bemerkenswertesten Gesellschaften erstreckt sich ein schmales Band zwergstrauchreicherer Einheiten mit Anklängen an das niedrigwüchsige Dicranello-Pernettyetum.

3.2.5 Vulkan Antillanca

Floristisch-physiognomisch unterscheidet sich die Vegetationslandschaft des 2000 m hohen Vulkans deutlich von den übrigen Teilgebieten. Über der etwa 1100 m hoch gelegenen Waldgrenze breiten sich im wesentlichen auf überwiegend grobkörnigen Aschen und Schlacken andine Zwergstrauchgesellschaften (Quinchamalio-Pernettyetea) aus, von denen das hochwüchsige, artenreiche Erigeroni-Pernettyetum typicum und das rasenbildende Tapeinietum pumilae (in ebenen Lagen) Kontaktgesellschaften des Lenga-Hochwaldes (Carici-Nothofagetum) darstellen. Im Schutze größerer Felsköpfe und flachausgezogener Mulden entwickeln sich zum einen grasreiche Bestände des Erigeroni-Pernettyetum cortaderietosum pilosae und zum anderen relativ geschlossene Escallonia alpina-Gebüsche. Nur an wenigen Stellen, insbesondere im Gebiet des Tapeinietum, gedeihen Gesellschaften der Quell- und Sickerfluren (Aster vahlii-Gesellschaft) bzw. flachmoorartige Großseggen-Bestände (Carex decidua-Gesellschaft).

Den Übergangsbereich zu den Steinschuttfluren (Senecionetea bipontinii) nimmt das zwergwüchsige, artenarme Dicranello-Pernettyetum ein, welches einerseits mit seinem grasreichen Flügel (Festuca, Danthonia) bereits zu den beiden reiferen Zwergstrauchgesellschaften überleitet und zum anderen mit den artenarmen Einheiten die Verbindung zu den Ausbildungen des Nassauvietum revolutae und Azorelletum incisae (Senecionetea bipontinii Oberd. 60 em.) herstellt. Eine weitere Steinschuttgesellschaft, die Polystichum mohrioides var. plicatum-Farnflur, wächst ausschließlich im gefestigten Gesteins-Grobschutt des Kraters Colorado.

3.2.6 Vulkan Osorno

Am 2600 m hohen Vulkan Osorno ist es schwer, eine durchgehende Waldgrenze zu erkennen. Bedingt durch den rezenten Vulkanismus haben zahlreiche Lava- und Schlammströme, sog. Lahares, tiefe Furchen in das Waldkleid gegraben, und in vielen Fällen blieben nur noch Waldinseln (sog. Kipukas) erhalten. Die höchstgelegenen Waldbestände (um 1100 m) bestehen überwiegend aus immergrünen Südbuchen (Nothofagus dombeyi, N. betuloides). Vor dem unterbrochenen Waldgürtel erstrecken sich etwa 50 bis 100 m breite, dicht geschlossene Escallonia alpina-Gebüsche, die an ihrer oberen Grenze deutlich lückiger werden und dann zunehmend Arten der andinen Zwergstrauchheiden und Steinschuttfluren enthalten.

Artenärmere Ausbildungen des Dicranello-Pernettyetum sind typisch für den Raum oberhalb der Escallonia-Gebüsche, wobei sandiges Material die Verbreitung von Poa tristigmatica deutlich fördert. Über den nur unregelmäßig verbreiteten Zwergstrauchheiden stellt das artenarme Nassauvietum revolutae typicum den oberen Abschluß der Vegetation in 1900 m Höhe dar.

3.2.7 Vulkan Puntiagudo

Im Gegensatz zum noch zu besprechenden Cerro Riggi bedecken mächtige rötlich-braune Aschendecken die Hänge des 2400 m hohen Vulkans Puntiagudo. Die Waldgrenze liegt am sanfter geneigten Nordhang bei ca. 1200 Höhenmetern, auf der nach Süden steil abfallenden Vulkanseite dagegen 400 bis 500 Meter darunter. Über der Waldgrenze breiten sich zunächst grasreichere Einheiten der Senecionetea bipontinii aus (Poa-reiche Ausbildung des Nassauvietum revolutae typicum), die schließlich von dem artenarmen Nassauvietum revolutae abgelöst werden. Zwergstrauchheiden sind außerhalb des Waldes nur kleinflächig vorhanden; dabei handelt es sich meist um früheste Entwicklungsstadien (Moos-Fazies) des artenarmen Dicranello-Pernettyetum. Auf Schatthanglagen an der Waldgrenze entwikkeln sich kraut- und strauchreiche Escallonia alpina-Gebüsche im Kontakt zu Alerce- (Fitzroya cupressoides)-Beständen, die am Vulkan Puntiagudo ihr nördlichstes Vorkommen in der Andenkordillere besitzen.

Ebenso sind Sickerflurgesellschaften aus Tapeinia pumila, Caltha limbata und Pinguicula antarctica im unmittelbaren Bachuferbereich bis hinab auf ca. 700 m verbreitet.

3.2.8 Cerro Riggi

Der Cerro Riggi (ca. 1800 m) ist der südlichste Aufnahmeort der Teiluntersuchungsgebiete. Seine Berghänge zeigen besonders deutlich den kontinuierlichen Höhenverlust des 25 bis 30 m hohen Lenga-Waldes der unteren und mittleren Lagen (900 bis 1400 m) zu 2,0 bis 0,5 m hohem Knieholzgestrüpp an der Waldgrenze (etwa 1600 m).

Das Vegetationsmosaik, das sich darüber anschließt, besteht überwiegend aus gras- und zwergstrauchreicheren Gesellschaften der Quinchamalio-Pernettyetea. Kleinflächig entwickeln sich auch Hochmoorkomplexe, die häufig sehr grasreich (Carex banksii) sein können. Ebenfalls kleinflächig verbreitet sind die Quell- und Sickerflurgesellschaften der Caltho-Ourisietea Oberd. 60. Sie wachsen an den Quellaustritten der Hochmoore, begleiten Bachläufe und überziehen von Sickerwasser durchfeuchtete, feinerdereiche Berghänge.

Den Abschluß der Phanerogamengesellschaften bilden nach oben hin bei 1650 bis 1750 m die Steinschuttfluren der Senecionetea bipontinii Oberd. 60 em., deren Polster sich zwischen plattig verwitterndem Phyllitschutt hervorschieben.

3.2.9 Höhenprofil der Vegetationsgürtel

Die Vegetationsprofile der Abb. 2 geben den aktuellen Ausbreitungszustand der Pflanzendecke an den West- bzw. Süd-West-Flanken der oben angesprochenen Vulkane wieder; dargestellt wurden die Formationen. In dieser Form ist die Abb. mit dem von SCHMITHÜSEN (1956) gelieferten meridionalen Höhenprofil der Vegetation für den Westabfall der Anden vergleichbar. Seine Vegetationsgrenzen, für den hier zu behandelnden Untersuchungsabschnitt der Anden, wurden mit in die Abb. übernommen (durchgezogene Linien). Reizvoll erschien dieses Vorgehen vor dem Hintergrund des direkten Vergleichs von aktueller- (Vulkane) mit potentiell natürlicher Vegetationsausbreitung bei SCHMITHÜSEN.

Der erste Blick zeigt an allen Vulkanen markante Abweichungen der aktuellen von der potentiellen natürlichen Vegetation der jeweiligen Höhenstufe. Diese Feststellung überrascht nicht, da es sich bei den einzelnen Vulkanlandschaften um bis in die jüngste Vergangenheit (Ausbruch des Vulkans Llaima im März 1984) gestörte Gebiete handelt. Ins-

besondere der von SCHMITHÜSEN angegebene Bereich des sommergrünen Laubwaldes mit Lenga (Nothofagus pumilio) wird, mit Ausnahme des Cerro Riggi, an den übrigen Vulkanen von Steinschuttgesellschaften und in den tieferen Höhenlagen auch von Schwingelgraswiesen (Festucetea) ersetzt. Die Anwesenheit von Schwingelgraswiesen erlaubt keine Aussage bezüglich des Zeitraumes zurückliegender Eruptionstätigkeit. Schwingelgraswiesen sind stets an mächtige vulkanische Sandböden gebunden.

Wie bereits das Vegetationsprofil klar erkennen läßt, sind Steinschuttgesellschaften überall weit verbreitet. Andine Zwergstrauchheiden nehmen nur am Vulkan Antillanca ein ausgedehntes Areal ein. Dagegen bleiben sie an den übrigen Vulkanen, ähnlich dem andinen Escallonia-Busch, nur auf unbedeutende Streifen oder Flecke beschränkt. Auch der sommergrüne Lenga-Wald findet sich, bedingt durch die rezente vulkanische Tätigkeit, mit Ausnahme am Cerro Riggi, erst an seiner unteren Höhenverbreitungsgrenze.

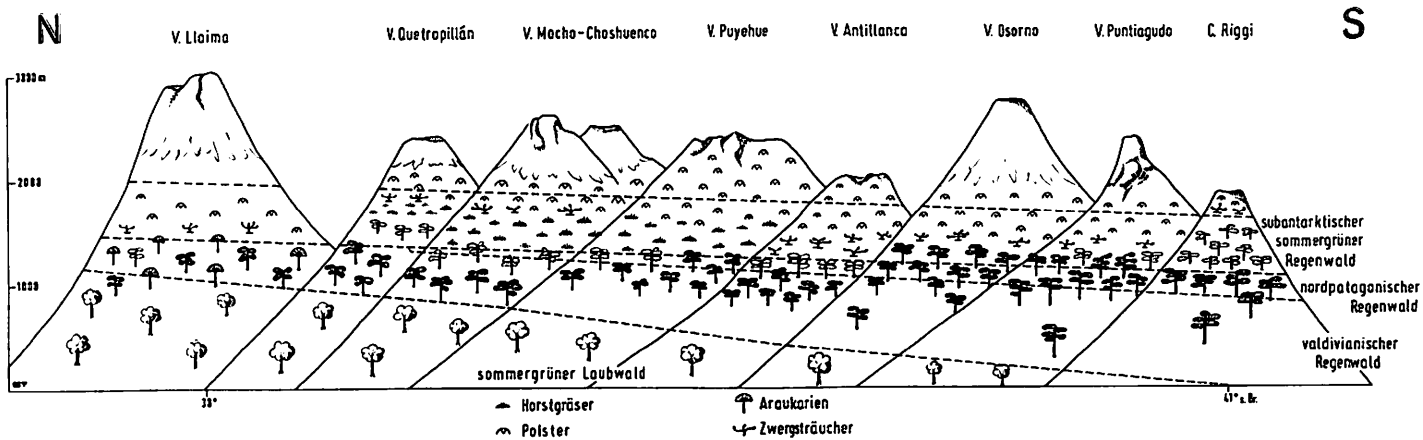


Abb. 2 Höhenprofil der Vegetationszonen an den Süd- bzw. Süd-West-Flanken der untersuchten Vulkane.

3.3 Vegetationskundliche Untersuchungsmethoden

Vegetationsaufnahmen

Die Untersuchungen der Pflanzengesellschaften wurden nach der von BRAUN-BLANQUET (1964) entwickelten Methode durchgeführt. Insgesamt wurden ca. 960 Aufnahmen ausgewertet. Die jeweilige Größe der Aufnahmefläche wurde den daraufstockenden Pflanzenbeständen gemäß gewählt. Sie lag für Moosgesellschaften bei 2 qm und für Waldbestände bei 400 qm.

Die Auswahl der Flächen erfolgte so, daß Standort und aufstockender Pflanzenbestand möglichst homogen ausgebildet waren. Für die auf einer Fläche notierten Arten wurden jeweils Artmächtigkeit und Soziabilität erfaßt.

Tabellenbearbeitung

Die Auswertung des Aufnahmematerials erfolgte mit einem FORTRAN-Computerprogramm. Entwickelt wurde es speziell für die Bearbeitung pflanzensoziologischer Tabellen von M. STORCH. Einmal abgespeicherte Aufnahmen können so auf verschiedene Art und Weise miteinander kombiniert werden. Auf die zahlreichen Möglichkeiten der Tabellenbearbeitung mit Hilfe dieses Programmes soll an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden. Hierzu sei auf die Arbeit von STORCH (1983) verwiesen.

Die Aufnahmen wurden nach ähnlicher Artenkombination in Tabellen zusammengefaßt. Bereits zu Beginn der Auswertungsarbeiten waren die Aufnahmen nach Formationen vorgeordnet worden. Die im Anschluß daran ausgearbeiteten Vegetationseinheiten wurden mit denen von SCHMITHÜSEN (1956, 1960), OBERDORFER (1960), ESKUCHE (1968, 1969, 1975), SEIBERT (1974), VILLAGRAN (1980) und ROIG et al. (1983, TBPA = Transecta Botanica de Patagonia Austral, 1983) auf ihre soziologisch-systematische Stellung innerhalb des bis dahin bestehenden pflanzensoziologischen Systems verglichen. Wo es möglich war, wurde versucht, die bestehende pflanzensoziologisch-systematische Gliederung zu übernehmen. Ansonsten wurden aufgrund der eigenen Tabellenauswertung Änderungen bis in die obersten systematischen Rangstufen vorgenommen.

Vegetationskartierung im Vulkangebiet Antillanca

Die Kartierung wurde im Maßstab 1:10 000 unter Verwendung von Kompaß und Höhenmesser durchgeführt. Grundlage dafür war die topographische Karte 1:50 000 dieses Gebietes. Sie wurde für diesen Zweck am Institut für Luftbildauswertung und Vermessungstechnik der Forstlichen Fakultät der Universidad Austral de Chile in mehreren Vergrößerungsschritten angefertigt. Der große Maßstab erlaubte es, nahezu alle Einheiten ihrer Lage entsprechend darzustellen. Eine Ausnahme machte hierbei der Kraterboden des Colorado mit seiner wellenförmig erstarrten Lava. Die verschiedenartigen Pflanzengesellschaften der Senken und erhöhten Partien waren so kleinräumig verzahnt, daß ihre Einzeldarstellung oft unterhalb der Darstellungsgrenze lag. Dies führte zur Ausweisung eines topographischen Gesellschaftskomplexes mit Mosaikstruktur (SEIBERT, 1974).

Transekt-Untersuchung im Krater Colorado/Vulkan Antillanca

Bei der Auswahl von Aufnahmeorten nach der BRAUN-BLANQUET-Methode sind schmale Grenzbereiche in der Vegetation, sog. ecotones, möglichst auszuscheiden. Mit der Transekt-Methode lassen sich solche Übergänge aufdecken. Sie findet am vorteilhaftesten dort Anwendung, wo ein steiler ökologischer Gradient zu raschem Wechsel der Pflanzengesellschaften führt.
In diesem Fall wurde über eine Länge von 21 m ein Transekt von 1 m Breite gelegt. Für jedes der 21 Metersegmente wurde anschließend, mittels eines Holzrahmens von 1 m , der durch Drähte in Flächen von 10 x 10 cm unterteilt war, das Vorkommen der Arten notiert; Fels bzw. Feinboden wurden wie Arten behandelt. Eine Art konnte demnach in den zehn hangparallelen Quadraten keinmal oder zehnmal erscheinen, die Frequenz folglich Werte zwischen Null und zehn annehmen. Die Frequenzzahlen wurden danach in Säulendiagramme umgesetzt (vgl. auch REICHELT/ WILMANNS, 1973).

3.4 Die Pflanzengesellschaften des Untersuchungsgebietes

Die Besprechung der Pflanzengesellschaften beginnt zunächst mit den einschichtigen, artenarmen Steinschuttgesellschaften und endet mit den laubabwerfenden Lenga-Wäldern. Diese Reihenfolge spiegelt in groben Zügen das allgemein zu erwartende Entwicklungsgeschehen wider. Die Vorauswahl des Vulkans Antillanca als zentrales Untersuchungsgebiet der vorliegenden Arbeit bestimmt die nähere Abfolge in der folgenden Beschreibung der Pflanzengesellschaften. So werden zu Beginn jeder Pflanzengesellschaft die Einheiten des Vulkans Antillanca beschrieben. In einem zweiten Teil werden diesen die Gesellschaftseinheiten der übrigen Teiluntersuchungsgebiete gegenübergestellt. Da eine vollständige floristisch-systematische Gesamtanalyse aller Teiluntersuchungsgebiete im Rahmen der Arbeit nicht möglich war, sind der Herausarbeitung der Differentialartengruppen Grenzen gesetzt. Wo es aber vertretbar erschien, wurden Differentialartengruppen gebildet; andernfalls werden nur ihre grundsätzlichen Wesensmerkmale erläutert.

3.4.1 Südandine Steinschuttgesellschaften
(Senecionetea bipontinii Oberd.60 em.)
(Senecionetalia bipontinii ord.nov.)
(Nassauvion revolutae all.nov.)

Die andinen Steinschuttgesellschaften sind einschichtige, sehr einfach strukturierte Pflanzengemeinschaften. Sie besiedeln unverfestigte, skelettreiche vulkanische Aschen wie auch andinen Gesteinsschutt nichtvulkanischen Ursprungs. Auf Lawinengassen, Schlammströmen (sog. Lahares), Lavaflüssen und Aschenfeldern sind sie hinunter bis in das Gebiet des sommergrünen Laubwaldes oder sogar des immergrünen Regenwaldes verbreitet. Meist bauen polsterbildende Arten verschiedener Größe und Gestalt die Gesellschaft auf. Selten messen ihre halbkugelförmigen Polster mehr als 20 bis 30 cm im Durchmesser. Die Wuchshöhe beträgt bei verschiedenen Arten i.d.R. 10 bis 15 cm. Typische Vertreter dieser Gesellschaft sind Nassauvia revoluta, N. dentata, N. lagascae var. lanata, Senecio bipontinii, S. subdiscoideus und Acaena pinnatifida.

Bis auf Acaena pinnatifida (Rosaceae) handelt es sich bei den polsterbildenden Arten um Kompositen. Andere, besonders charakteristische Aschenbesiedler sind Adesmia longipes (Papilionaceae) und Azorella

incisa (Umbelliferae). Adesmia longipes durchzieht mit ihren weit verzweigten, mehrere Meter langen, sukkulenten Wurzeln die vulkanische Asche. Dabei bleibt die oberirdische Blattfläche auf nur wenige Quadratzentimeter beschränkt. Azorella incisa, eine rosettenbildende Art, hat im Gegensatz zu Adesmia longipes eine nur im unteren Drittel schwach zerteilte, sehr flexible, 2 bis 3 m lange, sukkulente Wurzel.

In der Klasse der Steinschuttgesellschaften gehören die verschiedenen , im Untersuchungsgebiet anzutreffenden Ausbildungen der Ordnung Senecionetalia bipontinii dem Verband Nassauvion revolutae und der Assoziation Nassauvietum revolutae an. Im Hauptuntersuchungsgebiet Antillanca gibt es noch eine Gebietsassoziation: das Azorelletum incisae. Verbands-, Ordnungs- und Klassencharakterarten fließen demnach zusammen. Auf die Existenz einer weiteren Ordnung oder sogar Klasse deuten möglicherweise die Aufnahmen vom Vulkan Llaima, dem nördlichsten Teiluntersuchungsgebiet, hin.

Außerhalb ihres angestammten hochandinen Verbreitungsareals sind diese Arten auf labil geschichtete Gesteinsschuttböden angewiesen. Es spielt dabei keine Rolle, ob es sich um plattig verwitterten Phyllitschutt, Granitgrus oder andesitisch-basaltische Vulkanaschen handelt.

So war es auch nicht notwendig, sie z.B. in Karbonat- und Silikatschuttfluren zu untergliedern, wie sich dies in Mitteleuropa für die Klasse Thlaspietea rotundifolii Br.Bl.47 angeboten hatte.

3.4.1.1 Südandine Steinschuttgesellschaften des Vulkans Antillanca

3.4.1.1.1 Nassauvietum revolutae ass.nov. Tabelle 1

Das Nassauvietum revolutae repräsentiert im Untersuchungsgebiet die vorherrschende Steinschuttgesellschaft. Wo sie in potentielles Wald- oder Gras- bzw. Zwergstrauchgebiet eindringt, verhindern die lose übereinandergeschichteten Aschendecken durch fortwährende Fließbewegungen eine rasche, dauerhafte Wiederbesiedelung. Sie ist daher innerhalb anderer Vegetationsstufen stets an relativ steile, edaphisch unruhige Hanglagen gebunden, wogegen sie in der hochandinen Region, ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet oberhalb der Wald- bzw. Grasstufe, auch ebene Standorte besiedelt. Wo zusammenströmendes Schmelz- und/oder Regenwasser weitflächige Alluvialfächer geschaffen hat und es dadurch zumindest zeitweise zu Überstauungen und tiefgreifenden Materialumlagerungen kommt, kann die Gesellschaft sich nicht durchsetzen.

Innerhalb der Assoziation werden drei Subassoziationen unterschieden:

- Nassauvietum revolutae typicum subass.nov.
  (auf hochgelegenen, aschenreichen und bewegten Standorten)

- Nassauvietum revolutae luzuletosum subass.nov.
  (auf sandreicheren und gefestigteren Standorten)

- Nassauvietum revolutae azorelletosum subass.nov.
  (auf ebenen bis schwach geneigten gefestigteren Standorten)

3.4.1.1.11 Nassauvietum revolutae typicum subass.nov.

Reine Ausbildung, Senecio bipontinii-Fazies

Die Aufnahmen dieser Ausbildung stammen aus einem 1700 m hoch gelegenen, ca. 800 bis 1000 m durchmessenden Trichterbecken. In diesem, von Windeinwirkung geschützten, von Erosionsrinnen durchfurchten Kessel, wo der Schnee noch bis in den Sommer hinein liegen bleibt, ist Senecio bipontinii vorherrschend.

Die Schmelzwasser der hier länger anhaltenden Schneedecke zögern die rasche Austrocknung der Aschen hinaus. Die Furchenerosion hat in diesem Gebiet die 50 bis 100 cm mächtigen vulkanischen Schlackendecken abgeräumt und sandigere Schichten freigelegt, die den Pflanzen eine gleichmäßigere Wasserversorgung bieten. Erst auf tiefer gelegenen Aschenstandorten überzieht diese Ausbildung auch die angrenzenden Flächen. Der Deckungsgrad liegt zwischen 1 und 15 %. So folgt Senecio bipontinii in dieser Höhe zunächst, gemeinsam mit Deyeuxia erythrostachya, Luzula racemosa und Poa tristigmatica sowie Dicranella costata, den Schmelz- und Regenwasserrinnen.

Reine Ausbildung, Baccharis nivalis-Fazies

Die Baccharis nivalis-Fazies entwickelt sich als erste Pioniergesellschaft auf jungen erodierten Aschen. Der Anteil höheren Feinmaterials in den Aschen ist vermutlich mit ein wesentlicher Grund, warum die Art auch in der Sisyrinchium-Ausbildung des Azorelletum incisae vertreten ist.

Vergleichbar mit der Leuceria papillosa-Ausbildung des Nassauvietum revolutae führen die frisch aufgeschütteten Schwemmkegel der Baccharis nivalis-Fazies ebenfalls Fragmente benachbarter Gesellschaften mit sich. In der Baccharis nivalis-Fazies können daher recht verschiedenartige Gesellschaftselemente lebhaft strukturierte Mosaike bilden.

Reine Ausbildung, Adesmia longipes-Fazies

Auf sehr lockeren Böden der höheren Lagen kommt es zu einer Fazies mit Adesmia longipes. Kleinflächig läßt sich von ihr noch eine grasreiche Poa-Fazies abtrennen. Nur schwach sind die Arten der Klasse oder Ordnung der andinen Zwergstrauchheiden vertreten.

Reine Ausbildung

Diese Ausbildung stellt die einzige Steinschuttgesellschaft dar, die deutlich anthropogen geprägt ist und wo der Einfluß des Skifahrens auf die Vegetationsdecke beobachtet werden kann. An der Südseite des Cerro Haique, dem Skiberg des Antillanca, sind über mehrere Hektar viele der eigentlich typischen Polsterbildner wie N. revoluta und N. dentata verschwunden. Der Skibetrieb, selbst noch bei Schneehöhen um 10 cm, läßt den etwa 10 bis 15 cm hohen kompakten Polstern keine Überlebensmöglichkeit. Von den Skikanten werden sie abgeschnitten, und ihre Feinwurzelsysteme sterben mangels fehlender physiologisch aktiver Blattmasse ab. Im darauffolgenden Sommer werden die haltlosen Wurzelsysteme ausgewaschen und liegen der Asche obenauf. Widerstandsfähiger als diese beiden Arten sind Adesmia longipes mit ihren der Aschenoberfläche eng angedrückten Fiederblättchen und Senecio bipontinii, der vermutlich in seinen sukkulenten Wurzeln ausreichende Wasser- und Nährstoffe speichern und damit erneut austreiben kann (Abb. 3, im Anhang).

Reine Nassauvia-Ausbildung

Diese Ausbildung besiedelt im Vulkangebiet Antillanca die höchsten und dem Wind am stärksten ausgesetzten Lagen zwischen 1400 und 1600 m

Höhe. Ihr Deckungsgrad erreicht selten mehr als 1 bis 2 % der 100 qm großen Aufnahmeflächen. Neben Nassauvia revoluta zeigen sich nur noch wenige Individuen von Poa tristigmatica und Adesmia longipes. Kennzeichnend ist darüberhinaus, daß Senecio bipontinii unter solchen Bedingungen ganz ausfällt oder in seiner Vitalität stark reduziert ist. Durch die stete Windeinwirkung sind an der Bodenoberfläche die leichteren Bodenpartikel ausgeblasen worden, und obenauf liegt nun eine wenige Zentimeter dicke Grobaschendecke. Die Bodenprofile aller Aufnahmen zeigen durchweg folgende charakteristische Schichtung: über einer kompakten Aschen- Schlackenschicht liegt eine etwa 10 bis 20 cm hohe, lokkergefügte Schicht von sandig-schlackiger Zusammensetzung. Den oberen Abschluß bildet eine wenige Zentimeter dicke Grobaschendecke.

Nassauvia-Ausbildung mit Senecio bipontinii

Diese Ausbildung ist am Antillanca zwischen 1350 und 1500 m, auf 15 bis 30 Grad steilen Hängen großflächig verbreitet. Das Substrat besteht auch hier aus groben, z.T. schlackenreichen Aschen mit relativ hohem Sandanteil. Eine Poa tristigmatica-Fazies ist an besonders sandhaltigen Geländeabschnitten entwickelt. Meist handelt es sich dabei um solche Orte, wo durch lokale Windturbulenzen Sand aufgewirbelt und an benachbarten Hängen sedimentiert wird. In den grashaltigen Beständen erreicht Poa Deckungsgrade zwischen 20 und 35 %. Überwiegt die Aschen- und Schlackenkomponente, so geht ihr Anteil deutlich zurück. Im Vergleich zu der selten dicht geschlossenen, stachelspitzigen Nassauvia dentata bildet N. revoluta feste, kompakte Polster. Im Ganzen betrachtet ist die Gesellschaft noch immer sehr artenarm.

3.4.1.1.12 Nassauvietum revolutae luzuletosum subass.nov.

Reine Ausbildung

Durch die Arten der Zwergstrauchgesellschaften wie Pernettya pumila, Luzula racemosa, Acaena microcephala, Dicranella costata sowie Senecio trifurcatus wird bereits eine beginnende Substratverfestigung angedeutet. Ähnlich wie in anderen Einheiten beschrieben, läßt sich auf

sandigeren Partien eine Poa-Fazies ausscheiden. Ansonsten sind es die Lagen zwischen 1300 und 1400 m NN mit Neigungen von 9 bis 20 Grad, die von der Reinen Ausbildung dieser Subassoziation eingenommen werden. In der Vegetationskarte fehlt diese Ausbildung als eine eigene Kartiereinheit, da sie nur schmale Säume oder kleine Flecken oberhalb des Dicranello-Pernettyetum einnimmt und damit ihre kartenmäßige Erfassung ausschied. Dennoch liegt ihr mögliches Vorkommen an der oberen Grenze der Reinen Ausbildung des Dicranello-Pernettyetum (Tab. 3) und im unteren Bereich des Nassauvietum revolutae typicum.

Leuceria papillosa-Ausbildung

Als bezeichnende Art dieser Einheit kann die weißblühende Leuceria papillosa (Compositae) angesehen werden. Sie wurde nur auf den nach Süden exponierten, 30 bis 35 Grad steilen Innenhängen des Kraters Colorado aufgenommen. An dieser Stelle des Kraters begrenzen verschiedene Gesteinsbänder den oberen Kraterrand. Die Standorte der Leuceria-Ausbildung enthalten nur geringe Aschenanteile. Die Gesteinsbänder verwittern zu plattigen bis grusigen Bruchstücken, zwischen denen sich Nester feinen und feinsten Schuttes sammeln. Diese Ansammlung von Feinschuttnestern vermittelt den Pflanzen wesentlich günstigere Standortsbedingungen als die extrem wasserdurchlässigen Aschenschuttböden. Unterhalb der Felsbänder sind kleine Felsköpfe erhalten geblieben, wo Arten des Escallonion alpinae, einer andinen Strauchgesellschaft, kleinere Buschgruppen gebildet haben. Teile dieser Buschgruppen fallen gelegentlich zusammen mit größeren Felsbrocken auf die Schuttfächer herab. Dort finden sie meist rasch Verbindung zum lehmig-sandigen Unterboden und gehen so, zwar nicht gerade üppig wachsend, in der Leuceria-Gesellschaft auf.

3.4.1.1.13 Nassauvietum revolutae azorelletosum subass.nov.

Diese Subassoziation wächst in verschiedenen Höhenlagen auf ebenen bis mäßig geneigten, mehr sandigen Standorten und bezeichnet die Übergangsstandorte des Nassauvietum revolutae zum Azorelletum incisae. Gekennzeichnet wird die Subassoziation auch als ein in Vitalität, Artenzahl und Deckung geschwächtes Azorelletum incisae mit Azorella incisa, Acaena pinnatifida und Sisyrinchium aff. arenarium.

3.4.1.1.2 Azorelletum incisae ass.nov.

Bereits in der Beschreibung des Nassauvietum revolutae azorelletosum wurde schon kurz auf allgemeine Charakteristika dieser Assoziation hingewiesen. Wo die Assoziation sich mit ihren verschiedenen Differentialarten optimal entwickelt, sind die Standorte noch flacher und sandreicher als die des Nassauvietum revolutae azorelletosum. Als Charakterart der Assoziation ist Azorella incisa in allen Aufnahmen gut entwickelt und unterstreicht damit auch physiognomisch die besondere systematische Stellung dieser Steinschuttgesellschaft; die Art selbst konnte für keines der anderen Teiluntersuchungsgebiete nachgewiesen werden. Ihr Verbreitungsareal beschränkt sich nur auf einen kleinen Ausschnitt der Anden (MUNOZ, 1980).

Über die Verbreitungsbiologie der Art ist ebensowenig bekannt wie zur Frage des Überwiegens von vegetativer oder generativer Vermehrung. Auf dem Antillanca überzieht sie oft Flächen größerer Ausdehnung in zusammenhängenden Kolonien. Seltener findet man sie auf den ausgedehnten Aschenfeldern als Einzelindividuen wachsend.

Sisyrinchium arenarium-Ausbildung

Mit zunehmendem Sandanteil aber auch wachsender Substratstabilität verlieren die Charakterarten des Nassauvietum revolutae mehr und mehr an Bedeutung. Der Verlust an Substratmobilität begünstigt zunächst Arten wie Acaena pinnatifida und Sisyrinchium arenarium. Letztere kann vom Blatthabitus her mit unserer heimischen Simsenlilie (Tofieldia) verglichen werden. Ihre systematische Zugehörigkeit ist jedoch verschieden. Sisyrinchium ist eine Iridacee und Tofieldia eine Liliacee. Inselartige Ausbildungen des artenarmen Dicranello-Pernettyetum, einer Zwergstrauchgesellschaft, sind im gesamten Areal der Sisyrinchium-Ausbildung verbreitet. Sie können als erste Anzeichen eines einsetzenden Gesellschaftswechsels hin zu zwergstrauchreicheren Beständen gedeutet werden.

Innerhalb der Sisyrinchium-Ausbildung können noch eine Adesmia retusa-Fazies auf den Schwemmkegeln von Erosionsrinnen und eine Poa tristigmatica-Fazies unterschieden werden.

Reine Ausbildung

Im Gegensatz zur Sisyrinchium-Ausbildung erstreckt sich das Standortsspektrum der Reinen Ausbildung auch auf extrem steile Hanglagen (> 35°) oder vom Wind gefegte Hochflächen. Die Verbreitung der einen oder anderen Ausbildung, die auch im Gelände benachbart auftreten, wird wahrscheinlich durch den unterschiedlichen Sandanteil bestimmt. Abgesehen von den oben erwähnten Standortsextremen der Reinen Ausbildung enthielten die Aschenprofile der Sisyrinchium arenarium-Ausbildung stets mehr sandiges Material.

3.4.1.1.3 Polystichum mohrioides var. plicatum-Gesellschaft Oberd. 60
Tabelle 2

Schildfarnflur

Die Gesellschaft gedeiht im konsolidierten Stein-Grobschutt, wo wie OBERDORFER (1960) berichtet, "Polystichum mohrioides (Bory) Presl. var. plicatum (Poepp.) C. Chr. mit 5 bis 10 % Vegetationsbedeckung das Feld fast allein beherrscht und deren Anblick sofort an die alpine Cryptogramma-Gesellschaft erinnert".

In der Tab. 2 stehen die Aufnahmen vom Vulkan Antillanca nach wachsender Progression (Gesellschaftsreife) geordnet; sie repräsentieren in dieser Anordnung daher auch die vermutete Gesellschaftsentwicklung. Es lassen sich drei Ausbildungen unterscheiden:

- Deyeuxia erythrostachya-Ausbildung
- Reine Ausbildung
- Blechnum penna-marina-Ausbildung

Die Aufnahmen (901, 876, 897) vom Vulkan Quetropillan können als Übergangsstadium von der Reinen zur Blechnum penna-marina-Ausbildung angesehen werden.

Das Initialstadium im konsolidierten Stein-Grobschutt beginnt mit der Deyeuxia erythrostachya-Ausbildung. In dieser Phase sind noch verschiedene Kennarten der Steinschuttgesellschaften (Nassauvia, Azorella incisa, Senecio, Adesmia) vertreten, die mit zunehmender Substratbe-

ruhigung bereits in der Reinen Ausbildung u.a. von Acaena microcephala, Danthonia, Escallonia alpina, Pernettya pumila verdrängt werden. Aus der Reinen Ausbildung entwickelt sich zunächst ein Pernettya pumila-reiches Stadium (Vulkan Quetropillan, in diesem Fall der feuchte Flügel mit Marsippospermum grandiflorum und Caltha limbata), welches später durch die Blechnum penna-marina-Ausbildung abgelöst wird.

Die Blechnum penna-marina-Ausbildung stellt innerhalb der Schildfarnflur die entwickeltste Stufe dar.

Sie zeigt im jüngeren Entwicklungsstadium (Nr.441) noch immer schütter bewachsene Lücken mit Polystichum mohrioides in einer ansonsten zunehmend geschlosseneren Krautschicht aus Blechnum penna-marina, Baccharis magellanica, Festuca thermarum, Lycopodium magellanicum und Empetrum rubrum. Mit fortschreitender Entwicklung (Nr.437) scheidet Polystichum mohrioides aus; das Feld wird nun völlig von Empetrum rubrum, Blechnum und Baccharis magellanica beherrscht. Feuchteliebende Arten wie Ranunculus peduncularis und Arten der Lenga-Wälder (Viola reichei, Rubus geoides) stellen sich zusammen mit der ganzen Palette andiner Zwergstraucharten ein.

3.4.1.2 Südandine Steinschuttgesellschaften der übrigen Teiluntersuchungsgebiete Tabelle 1

Cerro Riggi

Die Vegetation auf den verwitterten Phyllitschuttfeldern des Cerro Riggi weicht durch das Auftreten von Senecio poeppigii physiognomisch recht deutlich von der des Antillanca ab. Auf den Schuttflächen schieben sich durch die regellos übereinanderliegenden Platten Polster von Nassauvia dentata. Sie wurzeln im angesammelten Feinboden zwischen den Steinen. Senecio poeppigii ist mit seinen weißbehaarten Blättern nicht nur im Gesteinsschutt des Cerro Riggi sondern auch auf den Vulkanaschen des Quetropillan und des Llaima verbreitet.

Vulkan Puntiagudo

Für den Puntiagudo lassen sich zwei Ausbildungen des Nassauvietum revolutae unterscheiden. Die eine besiedelt die unteren Hanglagen zwischen 1100 und 1300 m und enthält reichlich Senecio bipontinii und Poa tristigmatica. Die andere schließt sich darüber bis etwa 1600 m an und besteht im wesentlichen aus den beiden typischen Vertretern der Steinschuttgesellschaften, Nassauvia revoluta und N. dentata. Sie entspricht der Reinen Nassauvia-Ausbildung. Die Ausbildung auf den unteren, sandreichen Hanglagen ist den grasreichen Beständen der Reinen Nassauvia-Ausbildung mit Senecio bipontinii zuzuordnen.

Vulkan Osorno

Unmittelbar dem Vulkan Puntiagudo benachbart liegt der 2660 m hohe Vulkan Osorno. Die Aufnahmeorte befanden sich an diesem Vulkan zwischen 1320 und 1600 m Höhe, waren südwestexponiert und 18 bis 25 Grad steil. Trotz ausgedehnten Suchens fehlten typische Arten wie Adesmia longipes und Nassauvia dentata. Daß aber Adesmia longipes im Bereich dieses Vulkans vorhanden ist, beweisen die Tabellen für die Tiefland-Gebüschgesellschaften dieser Gegend von HILDEBRAND (1982). Ihre Aufnahmen von den Schlammströmen am Fuß des Osorno enthalten diese Art. Offensichtlich konnte Adesmia longipes die groben Aschen noch nicht besiedeln. Ähnliche Adesmia-arme Standorte sind auch am Cerro Haique im Antillanca-Gebiet vorhanden. Die wenigen Aufnahmen vom Vulkan Osorno entsprechen der Reinen Nassauvia-Ausbildung mit Senecio bipontinii.

Vulkan Puyehue

Die Steinschuttgesellschaften am Vulkan Puyehue erstrecken sich von 1430 m bis 1830 m NN. Die Hangneigung beträgt dort 12 bis 25 Grad. Durch den Ausbruch eines Seitenkraters des Puyehue im Jahre 1960 überzieht heute eine hellgraue Bimsdecke die Flanken des Vulkans. Weit verbreitete Arten sind Senecio bipontinii, Poa tristigmatica, Nassauvia revoluta, N. dentata und N. lagascae var. lanata. Letztere ist nur im Vulkangebiet des Puyehue verbreitet und weist sonst keine wesentlichen floristischen Unterschiede zum Nassauvietum revolutae auf und kann somit als Rasse dieser Assoziation betrachtet werden.

Es können 3 Ausbildungen unterschieden werden:

- Pernettya pumila-Ausbildung (Aufnahme-Nr. 931) der nur wenige Meter breiten Kontaktzone zwischen andinen Zwergstrauchheiden und den Steinschuttgesellschaften.

- Reine Nassauvia lagascae-Ausbildung mit Senecio bipontinii die oberhalb der P. pumila-Ausbildung einen ca. 300 m breiten Gürtel einnimmt, und die

- Reine Nassauvia lagascae-Ausbildung der höchsten Lagen.

Vulkan Mocho-Choshuenco

Die Steinschuttgesellschaften des Mocho-Choshuenco überziehen die Aschenhänge des Vulkans als 400 bis 600 m breites Band. An seiner oberen Verbreitungszone, in ca. 1900 m NN, wird es von einem Gletscher und an seiner unteren Grenze von Grasgesellschaften eingeschlossen. Das Aufnahmematerial läßt zwei Ausbildungen deutlich erkennen: zum einen die Reine Nassauvia-Ausbildung mit Senecio bipontinii der hohen und höchsten Lagen zwischen 1520 und 1840 m NN und eine darunter gelegene Calceolaria biflora-Ausbildung.

Reine Nassauvia-Ausbildung mit Senecio bipontinii

Diese Ausbildung ist am Mocho-Choshuenco sehr großflächig verbreitet. Sie wächst, wie die schon besprochenen Einheiten der anderen Vulkane, auf sehr groben Aschen, mit nur geringen Sandbeimengungen. Auch hier ist es möglich, noch eine grasreiche von einer grasarmen Untereinheit zu trennen. Die grasreichere Untereinheit mit Poa tristigmatica nimmt die unteren, zwischen 1500 und 1650 m NN gelegenen, sandigeren Hanglagen ein, während die grasarme Untereinheit mit den verbleibenden Nassauvia-Arten (N. revoluta und N. dentata) bis fast an den Gletscherfuß hinaufreicht.

Der Deckungsgrad beträgt 20 bis 30 % in der grasreichen Untereinheit und nur wenige Prozent in der grasarmen, höchstgelegenen Untereinheit.

Einheiten vergleichbarer Artenarmut entwickeln sich auch in den tieferen Lagen auf Rücken, Graten und Rippen der Aschenhänge. Die Aufnahmen von diesem Vulkan entsprechen ganz dem Nassauvietum revolutae typicum, so wie es auf den unverfestigten Aschen des Antillanca verbreitet ist.

Calceolaria biflora-Ausbildung

Bei der Calceolaria biflora-Ausbildung handelt es sich um schuttreiche Standorte unterhalb mächtiger, angewitterter Lavadecken. Schmelzwasser, die an den 50 bis 100 m hohen Lavawänden herabfließen, durchfeuchten ganzjährig die Schutthalden, wodurch einschneidende Wasserversorgungsprobleme für die Pflanzen ausbleiben.

Auf dem unruhigen Schutt haben sich vor allem Senecio bipontinii, Adesmia longipes und Calandrinia gayana (Portulacaceae) z.T. üppig entwickelt. Die unablässige Durchfeuchtung ist aber auch ein entscheidender Faktor dafür, daß Calceolaria biflora (Scrophulariaceae) und Adesmia emarginata als Vertreter der Festuca-Wiesengesellschaften bereits im Schutt wachsen können. Eine andere typische Art des Blockschutts ist Polystichum mohrioides. Zusammen mit Pernettya pumila, Senecio chionophilus und Acaena microcephala, den Charakterarten der andinen Zwergstrauchheiden, kennzeichnet sie gefestigtere Gesteinsschuttböden.

Die Anwesenheit dieser Arten sagt aber speziell über die Lebensdauer oder die weitere Entwicklung dieser Gesellschaft wenig aus. Zwar zeichnet sich mit Calceolaria, Pernettya und Acaena eine Entwicklungstendenz hin zu zwergstrauchreicheren Stadien ab, dennoch ist der ca. 30 Grad steile Hang so instabil, daß nachrutschender Gesteinsschutt diese erste Wiederbesiedlung aufs Neue zerstören kann.

Vulkan Quetropillan

Das Vegetationsbild der Steinschuttgesellschaften am Vulkan Quetropillan wurde erstmals von SCHMITHÜSEN (1956) und später von OBERDORFER (1960) beschrieben. OBERDORFER gibt mehrere Aufnahmen vom Quetropillan wieder, die den Typus der andinen Steinschuttgesellschaften gut beschreiben. Verschiedene Arten, die OBERDORFER in diesem Zusammenhang erwähnt, sind den heute gültigen Taxa eindeutig zuzuordnen. So ist Nas-

sauvia nivalis ein Synonym für N. revoluta, und Poa volcanica entspricht Poa tristigmatica. Eine der wesentlichen charakteristischen Arten der Steinschuttgesellschaften aber ist nicht Senecio chilensis, sondern S. bipontinii (s. dazu auch Kap. 5.2).

Bei den eigenen Aufnahmen werden vier Ausbildungen unterschieden:

- Reine Nassauvia dentata-Ausbildung
- Nassauvia revoluta-Ausbildung mit Pernettya pumila
- Armeria brachyphyllea-Ausbildung
- Pozoa coriacea-Ausbildung

Reine Nassauvia dentata-Ausbildung

Diese Ausbildung besiedelt die am höchsten gelegenen Lagen in 1800 m ü. NN. Kennzeichnend für sie sind lockere, sandreiche Aschen mit heller, feinkörniger Bimsauflage. Die Artenkombination entspricht mit Nassauvia dentata, N. revoluta, Senecio bipontinii, Adesmia longipes, Draba magellanica und Poa tristigmatica dem Nassauvietum revolutae typicum.

Nassauvia revoluta-Ausbildung mit Pernettya pumila

Wo es zu länger anhaltenden Schneeauflagen kommt, entwickelt sich eine zwergstrauchreiche Ausbildung mit Pernettya pumila. Die hohe Beteiligung von Luzula deutet auf die sandige Struktur des Standortes hin.

Armeria brachyphyllea-Ausbildung

Die Armeria brachyphyllea-Ausbildung ist im Untersuchungsgebiet selten und daher auch nur durch eine Aufnahme belegt. Offensichtlich benötigt sie ausgesprochen sandhaltige Standorte, um sich entwickeln zu können.

Pozoa coriacea-Ausbildung

Ganz andere Bodenmerkmale als die der bisher besprochenen Einheiten zeichnen die Pozoa coriacea-Ausbildung aus. Das auffallende Merkmal ist ein 20 bis 30 cm mächtiger, lehmig-steiniger Horizont, der nach unten von Fels bzw. grobem Gesteinsschutt und oben durch eine dünne Gesteinsauflage begrenzt wird.

Vulkan Llaima

Bereits im allgemeinen Teil zu den Steinschuttgesellschaften wurde auf die Ausnahmestellung des Vulkans Llaima aufgrund seiner geographischen Lage hingewiesen. Schon die wenigen Aufnahmen aus diesem Gebiet zeigen mit Rhodophiala nivalis (Amaryllidaceae), Chaetanthera villosa, Pozoa coriacea (Umbelliferae), Viola cotyledon und Senecio linearifolius, ein deutlich von denen der übrigen Vulkane verschiedenes Arteninventar. Denkbar wäre deshalb zum einen eine selbständige Einheit höherer Rangstufe innerhalb der Senecionetea bipontinii oder sogar eine neue Klasse (Pozoo-Chaetantheretea prov.).

3.4.2 Südandine Zwergstrauchheiden
(Quinchamalio-Pernettyetea pumilae class.nov.)
(Quinchamalio-Pernettyetalia pumilae ord.nov.)
(Pernettyion pumilae all.nov.)

Über die südandinen Ericaceen-Heiden ist bisher nur wenig bekannt. Mit einer Aufnahme belegt sie OBERDORFER (1960) aus dem Vulkangebiet des Quetropillan. Er schreibt dazu (S. 167): "Die vielen neuen andin-antarktischen Arten lassen auf den ersten Blick die vollkommen eigene soziologische Stellung erkennen, die eine selbständige höhere Einheit innerhalb der Empetro-Pernettyetea wahrscheinlich macht". Dieser Einschätzung konnte nicht gefolgt werden, wie bereits die einleitende synsystematische Übersicht zeigt (s. dazu auch Kap. 5.3).

Etwas umfangreicheres pflanzensoziologisch erarbeitetes Aufnahmematerial liefert VILLAGRAN (1980) aus dem Nationalpark Vicente Perez Rosales. Ihre Aufnahmen entsprechen wohl aber z.T. mehr Artenlisten, da sich einige Aufnahmeflächen über mehr als 100 Höhenmeter erstrecken und damit keine einheitlichen Standortsverhältnisse repräsentieren.

Im Hauptuntersuchungsgebiet des Vulkans Antillanca versuchte BRIONES (1978) eine Charakterisierung der Zwergstrauchgesellschaften mit pflanzensoziologischen Methoden. Zu einer gültigen Gesellschaftsbeschreibung kommt es bei ihm aber nicht, da die Arten in seinen wenigen Aufnahmen nach abnehmender Stetigkeit geordnet sind und innerhalb der hochsteten Arten die dominanten die Gesellschaften kennzeichnen.

Die neue Klasse der andinen Zwergstrauchheiden wird durch eine Reihe von Arten gekennzeichnet, die in ihrer soziologischen Stellung erst noch genauer gefaßt werden müssen. Ihre charakteristischsten Vertreter sind:

> Quinchamalium chilense, Acaena microcephala, Pernettya pumila, Senecio chionophilus, S. triodon. Lucilia nivea, Lycopodium magellanicum, Baccharis magellanica, Adesmia retusa, Hierochloe juncifolia, Euphrasia flavicans und Stereocaulon volcanicum.

Vergleichbar der synsystematischen Gliederung der Senecionetea bipontinii besteht vorläufig auch das Gesellschaftsgebäude der Quinchamalio-Pernettyetea nur aus einer Ordnung, der Quinchamalio-Pernettyetalia und einem Verband, dem Pernettyion pumilae. Infolgedessen haben noch alle den Assoziationen übergeordneten syntaxonomischen Einheiten gemeinsame Charakterarten. Auf Assoziationsebene werden drei Gesellschaften unterschieden, die sich physiognomisch-ökologisch mit den floristisch-soziologisch gefaßten Einheiten decken:

- Dicranello-Pernettyetum pumilae ass.nov.
  (Kontaktgesellschaft zu den Steinschuttfluren, artenarm nur 5 bis 15 cm hoch wachsend)

- Tapeinietum pumilae ass.nov.
  (Gesellschaft der ebenen bis mäßig geneigten Standorte, mit hoher Beteiligung der rasenbildenden Tapeiniea pumila, artenreich und ebenfalls Kontaktgesellschaft des Waldes)

- Erigeroni-Pernettyetum pumilae ass.nov.
  (strauchreiche Kontaktgesellschaft zum Lenga-Wald, artenreich)

Den überaus grobporigen Aschen fehlt jede Möglichkeit, Wasser über längere Zeiträume zu speichern oder es gegebenenfalls durch kapillaren

Aufstieg in die Nähe der Pflanzenwurzeln zu schaffen. Erst die unteren Abschnitte der Hänge erhalten mit herabfließenden Niederschlägen soviel Feinbodenanteil zusammen mit totem, organischen Material, daß sich artenreiche, hochwüchsige Zwergstrauchbestände entfalten können.

Dieser allgemeine Zusammenhang zwischen Bodenart und Pflanzengesellschaft entspricht in situ einem Nebeneinander rasch wechselnder Standortsausbildungen. Die vielfältigen standörtlichen Kombinationsmöglichkeiten erzeugen eine dementsprechend heterogene Vergesellschaftung einer Fülle von Vegetationseinheiten der andinen Zwergstrauchheiden. Entsprechend der geographischen Lage der Teiluntersuchungsgebiete kommt es zu Unterschieden in der Artenkombination der Zwergstrauchheiden. In keinem der Untersuchungsgebiete jedoch waren sie so gravierend, daß dies die Ausscheidung einer territorialen Assoziation gerechtfertigt hätte. In diesen Fällen handelt es sich daher nur um Rassen einer bestimmten Assoziation.

3.4.2.1 Südandine Zwergstrauchheiden des Vulkans Antillanca

3.4.2.1.1 Dicranello-Pernettyetum pumilae ass.nov. Tabelle 3

Diese Assoziation ist die natürliche Weiterentwicklung des Nassauvietum revolutae luzuletosum. Die Ausbildungen dieser Assoziation sind über weite Abschnitte eng mit denen der Steinschuttgesellschaften verzahnt, was zusammen mit der Trennartengruppe aus Senecionetea-Arten (Azorella incisa, Adesmia longipes, Senecio bipontinii, Nassauvia revoluta und Baccharis nivalis) bereits andeutet, daß der Standort eher noch der von Steinschuttgesellschaften ist. Bodenkundliche Untersuchungen (s.dazu auch Kap.4) haben dies klar zum Ausdruck gebracht. Sind die Aschen- und Schlackenstandorte der Steinschuttbesiedler noch in lockerem und bewegten Zustand, so werden sie im Dicranello-Pernettyetum durch die dichteren Wurzelsysteme der nur wenige Zentimeter hohen Pernettya pumila und P. poeppigii gefestigt. Charakteristisch ist die fast radiale Ausdehnung dieser Zwergstrauchindividuen, durch unterirdische Ausläuferbildung. Die oberirdischen, kaum 5 bis 10 cm Höhe erreichenden, starren Triebe stehen wie Spargelspitzen nebeneinander und brechen beim Darauftreten wie trockene Zweige. Im Gelände sind beide Arten bereits von weitem leicht an ihrer unterschiedlichen Blattfarbe erkennbar: Kolonien von Pernettya pumila zeigen eine mehr dunkelgrüne Färbung,

wogegen P. poeppigii-Inseln einen mehr rötlich-braunen Blattfarbton haben. Die fünf Ausbildungen des Dicranello-Pernettyetum unterscheiden sich voneinander vor allem im Feinbodengehalt der groben Aschen. Den geringsten Gehalt an feinem, sandigen Material besitzt die Reine Ausbildung, den höchsten die Adesmia retusa-Ausbildung mit Tapeinia (Abb.4 im Anhang).

Reine Ausbildung

In der Reinen Ausbildung dieser Assoziation dominieren die beiden zwergwüchsigen Pernettyen P. pumila und P. poepigii, die "Chaura" der Anden. Beide Arten wachsen nur sehr selten von Beginn an in einer gemeinsamen Kolonie. Häufiger ist es der Fall, daß zunächst jede Art eigene Kolonien bildet, die mit zunehmender Ausdehnung aneinanderstoßen und dann weitflächige Ericaceen-Teppiche bilden.

Neben den Pernettya-Arten sind reichlich Quinchamalium chilense, Acaena microcephala und Lucilia nivea vertreten. Die sandigen und lockeren Schuttstandorte des Nassauvietum und des Azorelletum gibt es hier nicht mehr. Darüberhinaus rücken mit zunehmender Substratfestigung Rhacomitrium lanuginosum, Rh. willii, Stereocaulon implexum, St. volcanicum und Danthonia aff. andina immer mehr in den Vordergrund. In der Reinen Ausbildung ist noch eine Moos-Fazies von Dicranella costata sichtbar. Die Dicranella costata-Fazies kennzeichnet nach Süden exponierte, 14 bis 24 Grad steile und zwischen 1280 m und 1370 m gelegene, bereits verfestigte, vulkanische Feinsandstandorte. An diesen Geländeabschnitten tritt Hangzugwasser aus und fördert das Mooswachstum.

Die Reine Ausbildung entwickelt sich entweder aus dem Nassauvietum revolutae-luzuletosum oder der Sisyrinchium arenarium-Ausbildung des Azorelletum incisae. Beide Entwicklungsanschlüsse sind denkbar, wobei auf den unteren sandreicheren Hanglagen der Anschluß an die Sisyrinchium arenarium-Ausbildung wahrscheinlicher ist.

Lucilia nivea-Fazies

Als Kontaktgesellschaft des Azorelletum incisae bevorzugt die Lucilia nivea-Fazies sandreiche, schwach bis mäßig geneigte, vorwiegend Nord-West-exponierte Lagen zwischen 1300 m und 1550 m Höhe.

Reine Lucilia nivea-Ausbildung

Im Gegensatz zur Lucilia nivea-Fazies und ihren lockersandigen Standorten, ist bei der Reinen Lucilia nivea-Ausbildung bereits eine Bodenfestigung durch Pernettya pumila und P. poeppigii eingetreten. Sie kann als Folgestadium der Lucilia-Fazies bezeichnet werden, bleibt aber im Gegensatz zu jener auf die tieferen, nach Süden gerichteten Hanglagen beschränkt. Damit verbunden sind im Vergleich zu den nordexponierten Beständen der Lucilia-Fazies eine länger anhaltende Schneedecke, geringere Verdunstungsraten und eine ausgeglichenere Wasserversorgung.

Adesmia retusa-Ausbildung

Als Schuttdecker überzieht Adesmia retusa, eng an die Aschenoberfläche gedrückt, mit ihren reichverzweigten Trieben den Boden. Sie ist eng mit Pernettya pumila und P. poeppigii vergesellschaftet, die sie oft ganz umwächst. Für "Polstergäste", also Pflanzen, die erst nachträglich einwandern und hierbei den Vorteil des bereits gefestigten und angereicherten Substrats nutzen, ist nur wenig Raum. Wie der Tabelle 2 zu entnehmen ist, dominieren neben Adesmia retusa nur die beiden Pernettyen. Andere Arten werden durch die sehr dicht gedrängt wachsenden Adesmia-Sprosse unterdrückt.

Die Adesmia retusa-Ausbildung ist als die noch am wenigsten entwikkelte Phase des Dicranello-Pernettyetum pumilae zu verstehen. Sie geht entweder aus der Reinen Ausbildung derselben Assoziation oder stellenweise aus dem Nassauvietum revolutae luzuletosum hervor. In der Folge entwickeln sich daraus die hochwüchsigen Bestände des Erigeroni-Pernettyetum.

Vorstellbar wäre auch ein Anschluß an die Reine Ausbildung des artenarmen Flügels des Tapeinietum pumilae (Tab. 4).

Adesmia retusa-Ausbildung mit Senecio chionophilus

Sukzessionsbiologisch folgt diese Einheit auf die Adesmia retusa-Ausbildung. Der Trennartenblock besteht aus Senecio chionophilus, einem etwa 20 bis 40 cm hohen, nur am Grunde verholzten Chamaephyten mit linea-

ren silbrig-weißen Blättern, S. triodon und Lycopodium magellanicum. In der dichter geschlossenen Pflanzendecke wachsen vereinzelt Viola reichei und Platyneurum laticostatum, beides Charakterarten der laubabwerfenden Lenga-Wälder, die zusammen mit der 20 cm hohen Erdorchidee Chloraea gaudichaudii bereits die entwickelteren Zwergstraucheinheiten kennzeichnet. Die Hangneigung beträgt im Mittel 20 Grad.

Auf flachen bis mäßig steilen Standorten verläuft die Entwicklung der Adesmia retusa-Ausbildung mit Senecio chionophilus, über die in der Progression benachbart angeordnete Adesmia retusa-Ausbildung mit Tapeinia. Im steileren Gelände, wo Tapeinia ausfällt, stellen die Pernettya poeppigii-Ausbildungen des Erigeroni-Pernettyetum (Tab. 5) die Anschlußgesellschaften dar.

Adesmia retusa-Ausbildung mit Tapeinia

Diese Ausbildung stellt innerhalb des Dicranello-Pernettyetum die am weitesten entwickelte Einheit dar. Aufgrund des wachsenden Anteils der rasenbildenden Tapeinia pumila (Iridaceae) kann sie als Vorstufe des Tapeinietum pumilae angesehen werden. Viele der Schuttbesiedler, die das Bild der anderen Ausbildungen dieser Assoziation mitprägten, sind nur noch von untergeordneter Bedeutung und verstärkt der Konkurrenz durch die wachsende Zahl an Arten der andinen Zwergstrauchklasse ausgesetzt. Der zwergenhafte Pflanzenwuchs steht ganz im Einklang mit dem Gesamtaspekt der Assoziation (Abb. 5, im Anhang).

Verschiedene Gräser wie Danthonia aff. andina, Festuca thermarum und Agrostis philippiana stehen erst locker über die Flächen verstreut. Sie sind zusammen mit einzelnen Büscheln des Horstgrases Hierochloe juncifolia erste Indikatoren höherer Feinsand- bzw. Schluffanteile im Boden. Zunehmend breiten sich Rhacomitrium lanuginosum und die davon schwer unterscheidbare, verwandte Art Rh. willii aus. Beide Arten überziehen oft größere Flächen mit ihren bei Trockenheit weißen Thalli. Mit beiden Moosen tritt häufig die Flechte Stereocaulon volcanicum auf, deren uhrglasförmig aufgewölbte Kissen 20 bis 40 cm im Durchmesser betragen. Beide Rhacomitrium-Arten wie auch die Flechte brauchen bereits stabilisierten Schutt bzw. Lava um sich entfalten zu können, denn offensicht-

lich ertragen sie stete Substratbewegungen oder Überschüttungen nicht. Daher kann ihre Anwesenheit auch als ein Hinweis für eine längerfristig bestehende Standortsruhe gedeutet werden.

3.4.2.1.2 Tapeinietum pumilae ass.nov. Tabelle 4

Bereits bei den Beschreibungen zu den Pflanzengesellschaften des Dicranello-Pernettyetum wurde die rasenbildende Tapeinia pumila, der "erizo" oder "Igel der Anden", erwähnt. Im Hauptuntersuchungsgebiet Antillanca charakterisiert diese Art die ebenen bis mäßig geneigten Lagen. Im Gegensatz zum Dicranello-Pernettyetum und dem noch zu besprechenden Erigeroni-Pernettyetum enthält der zwar noch immer skelettreiche Boden aber bereits größere Mengen an Feinsand und Schluff. Unter dem dichtgeschlossenen Tapeinia-Teppich liegt in Abhängigkeit vom Reifegrad der jeweils untersuchten Gesellschaftseinheit eine 10 bis 20 cm dünne Schicht sandig-skelettreicher Asche. Darunter schließt sich der kompakt zusammengefügte Aschenkörper an. Dadurch bleibt der Hauptwurzelhorizont, in dem die korallenroten Wurzeln von Tapeinia pumila als eng verwobenes Geflecht zu erkennen sind, auf die obersten 5 bis 15 cm des Solums beschränkt. Das Tapeinietum ist eine ausgesprochen zweischichtig aufgebaute Gesellschaft. Unter dem Ericaceen- und Grasstockwerk mit Empetrum rubrum, Pernettya pumila, P. poeppigii und Hierochloe juncifolia breiten sich die Igel-Rasen von Tapeinia aus. Wie Tapeinia stellen auch die beiden verholzten, kriechenden Chamaephyten Tribeles australis und Gaultheria caespitosa typische Arten des unteren Gesellschaftsstockwerks dar. Das Hauptverbreitungsgebiet der Assoziation liegt auf der südlichen Hochebene des Hauptuntersuchungsgebietes (s.dazu auch die Vegetationskarte). Im gesamten Bereich der Assoziation ist das Charakterarteninventar der andinen Zwergstrauchheiden gut vertreten. Unter den Assoziationscharakterarten nimmt Tapeinia pumila nicht nur soziologisch, sondern auch physiognomisch den breitesten Raum ein. Die Assoziation untergliedert sich in eine Vielzahl von Untereinheiten, die hier ranglos nebeneinander vorgestellt werden sollen.

Die Flachgründigkeit des Bodens und die windexponierte Freiflächenlage der Tapeinia-Gesellschaftseinheiten erschweren die Entwicklung strauchreicher Bestände des Escallonion alpinae. Einzelne halbmeterhohe Nothofagus-Bäumchen drücken sich zumeist in geschützt gelegenen Senken an

den Boden. Als Folge dieser ungünstigen Bodenverhältnisse zeigt das Tapeinietum, obschon ähnlich artenreich wie das Erigeroni-Pernettyetum, nur eine strauchreiche Ausbildung mit Maytenus disticha (Celastraceae).

Bartramia patens-Fazies

Die Bartramia patens-Fazies ist nur im Gebiet des Zentralkraters Colorado verbreitet. Zwischen dem welligen Auf und Ab der erstarrten Laven gibt es kleinflächig sand- und schluffreiche Verebnungen. Auf den feinsandigen Flächen bildet das Moos mehrere Quadratmeter große Kolonien. Bei anhaltender trockener Witterung im Sommer werden die Moospolsterrasen bretthart.

Als Vorstufe der Bartramia patens-Moosrasen können vermutlich kleine Dicranella costata-Vorkommen angesehen werden. Erst im Laufe zunehmender Feinsandanhäufung werden sie durch Bartramia patens ersetzt.

Azorella lycopodioides-Fazies

Im Grunde genommen sind die edaphischen Voraussetzungen zwischen der Bartramia patens-Fazies und den krautigen Azorella lycopodioides-Polsterrasen ähnlich. Das Substrat der zuletzt genannten kann skelettreicher sein als das der Bartramia patens-Fazies, aber es kommt bei ihr nicht zu länger anhaltenden Überstauungen. Wo Azorella lycopodioides demnach ihre oberirdischen Ausläufer in längerfristig überstaute Partien schiebt, bleiben ihre flachen Polsterkissen lückig und die Wurzelbildung reduziert.

Reine Ausbildung mit Adesmia retusa

Die Reine Ausbildung mit Adesmia retusa besiedelt m.o.w. gefestigte, aber immer noch offene, flachgründige Standorte. Dabei handelt es sich um ebene bis schwach geneigte Flächen am Hangfuß, oberhalb dessen sich Steinschuttgesellschaften ausbreiten. Gelegentlicher Bodeneintrag durch herabrutschendes, lockeres Aschenmaterial und örtlich begrenzte Wasseraustritte, führen immer wieder zur Anlockerung der aufliegenden Aschenschicht.

Offensichtlich begünstigt dies die Ausbreitung von Adesmia retusa. Arten der Steinschuttgesellschaften können nicht mehr konkurrieren da die Schuttlockerungen nur lokal begrenzt auftreten und diese Stellen rasch wieder von Zwergstraucharten erobert werden.

Reine Ausbildung

Diese Ausbildung wächst auf anstehendem Lavagestein mit einer nur 3 bis 5 cm dünnen Sand-Schluffauflage. In unregelmäßiger Form überziehen die Tapeinia-Teppiche das Lavagestein. Auf solchen rasch austrocknenden Partien breiten sich Rhacomitrium lanuginosum-Matten üppig aus. Dazwischen, im kleinräumig wechselnden Mikrorelief, formt Stereocaulon volcanicum seine charakteristischen halbkugelförmigen Polster.

Danthonia-Ausbildung

Die Danthonia-Ausbildung kennzeichnet einerseits verebnete Kessellagen und andererseits die tiefgründig-sandigen Senkenstandorte im Zentralkrater Colorado. Die Sandablagerungen erreichen dort Mächtigkeiten von 100 bis 150 cm, auf denen sich Danthonia flächendeckend ausbreitet.

Am Senkenboden kommt es nach heftigen Regenfällen stets zur Pfützenbildung. Das Wasser bleibt dann mehrere Tage in der Senke stehen bevor es vollständig im Boden versickert ist. Außerdem kann es am Senkenboden ganzjährig zu Frösten kommen. Offensichtlich ist Danthonia unter diesen Bedingungen anderen Arten gegenüber deutlich überlegen. Diese Überlegenheit dokumentiert sich in der starken Ausbreitung der Art am Senkenboden. Im Krater Colorado wurden die kleinflächig wechselnden Danthonia-Einheiten in den Senken zusammen mit den Zwergstraucheinheiten der Grate und Rücken als topographischer Gesellschaftskomplex kartiert. Diese besondere topographische wie auch klimatische Standortsausprägung wurde mittels der Transekt-Methode näher untersucht (s.dazu auch Kap. 3.5).

Die Danthonia-Ausbildung wird in fünf Ausbildungen unterteilt:

- Reine Danthonia-Ausbildung
- Danthonia-Fazies
- Danthonia-Ausbildung mit Carex caduca
- Danthonia-Ausbildung mit Gaultheria caespitosa
- Danthonia-Ausbildung mit Pernettya pumila var. leucocarpa

Reine Danthonia-Ausbildung

Im Gegensatz zur vorherigen Ausbildung wächst die Reine Danthonia-Ausbildung in flachen Senken oder ebenen Kessellagen. Kennzeichnend für sie ist ein höherer Gehalt an Feinboden im Oberboden.

Danthonia-Fazies

In der Danthonia-Fazies sind alle Aufnahmen vereinigt, die die extremen Bedingungen des Senkenbodens wiedergeben. Zwischen Danthonia wachsen immer wieder einzelne Gruppen von Azorella incisa. Ansonsten sind von den Begleitern nur noch Pernettya pumila und Rhacomitrium lanuginosum zu nennen, auch wenn sie nur spärlich am Gesellschaftsaufbau beteiligt sind.

Danthonia-Ausbildung mit Carex caduca

Sind die Überstauungszeiträume kürzer und liegen die Flächen etwas über dem Senkenboden, so stellt sich die horstbildende Segge Carex caduca ein.

Danthonia-Ausbildung mit Pernettya pumila var. leucocarpa

Diese Ausbildung bezeichnet die flachgründigeren Danthonia-Standorte. Die Profiltiefe überschreitet selten 10 bis 20 cm. Die lockeren Sandböden der beiden vorhergehenden Ausbildungen sind jetzt durch festgefügte Ascheschichten abgelöst. Da der Standort rascher austrocknet, treten mehr und mehr Arten der Zwergstrauchgesellschaften hinzu.

Danthonia-Ausbildung mit Gaultheria caespitosa

Wird der Standort, bedingt durch den hohen Skelettanteil, noch trokkener und flachgründiger, so stellt sich Gaultheria caespitosa, ein kleiner kriechender Spalierstrauch, ein. Seine roten Beerenfrüchte

leuchten schon von weitem zwischen hellen Rhacomitrium-Polstern und dunklem Lavagestein.

Reine Senecio chionophilus-Ausbildung

Diese Ausbildung unterscheidet sich von den vorigen durch einen ausgeprägten Trennartenblock mit Senecio chionophilus, Pernettya pumila var. leucocarpa und Chloraea gaudichaudii, einer Erdorchidee. Physiognomisch beherrscht Empetrum rubrum die Vegetationsdecke. Die Reine Senecio chionophilus-Ausbildung besiedelt vor allem windabgewandte Lagen und stockt auf allgemein sand- und schluffhaltigen Böden.

Senecio chionophilus-Ausbildung mit Gunnera

In ihrer Entwicklung folgt die Ausbildung auf die Reine Senecio chionophilus-Ausbildung. Im Gegensatz zu jener besitzt diese aber eine geschlossene Pflanzendecke aus Empetrum rubrum, verschiedenen Sträuchern des andinen Escallonia-Busches sowie kleinen Nothofagus-Bäumchen, unter welchen die feuchteliebende, ausläufertreibende Gunnera magellanica ausgedehnte Vorkommen bildet.

Senecio chionophilus-Ausbildung mit Maytenus disticha

Die Senecio chionophilus-Ausbildung mit Maytenus disticha und einzelnen Nothofagus-Bäumchen stellt eine busch- und baumreichere Einheit dar. Die Ausbildung befindet sich stets im Kontakt zum nahegelegenen Lenga-Wald, von dem sie daher viele seiner typischen Elemente enthält. Deutlich zeigt sich der Rückgang von Arten, die entweder bestimmte Licht- und Bodenverhältnisse benötigen, wie z.B. Adesmia retusa (Bodenfestiger), Acaena microcephala und Lucilia nivea (Polsterbildner) sowie Euphrasia flavicans, eine Art offener Standorte. Diese Arten bevorzugen im Dicranello-Pernettyetum (Tab. 3) und im Erigeroni-Pernettyetum (Tab. 5) bestimmte Gesellschaftsuntereinheiten. Im Falle des Dicranello-Pernettyetum kennzeichnen sie vor allem den reiferen Flügel der Gesellschaft, wogegen sie im Erigeroni-Pernettyetum die offenen hochwüchsigen Pernettya poeppigii-Zwergstraucheinheiten bevorzugen, die, wie die entwickelteren Einheiten des Dicranello-Pernettyetum ökologisch vergleichbare, grobskelettreiche Standorte besiedeln.

Senecio chionophilus-Ausbildung mit Tribeles

Mit zunehmender Exponiertheit Senecio chionophilus-reicher Bestände gegenüber Wind erscheint mit Tribeles australis (Escalloniaceae) ein kriechender Zwergstrauch, dessen bläulich schimmernde Blättchen sich deutlich von den hellen Moospolstern und der dunklen Asche abheben.

Reine Tribeles-Ausbildung

Die Reine Tribeles-Ausbildung unterscheidet sich von der Senecio chionophilus-Ausbildung mit Tribeles durch die noch stärkere Flachgründigkeit des Bodens. Entsprechend sind die Deckungsanteile von Empetrum rubrum, Hierochloe juncifolia und Baccharis magellanica stark reduziert. Von der Reinen Tribeles-Ausbildung kann noch eine Tribeles-Fazies abgetrennt werden.

Tribeles-Fazies

Die Tribeles-Fazies wächst einerseits auf sehr flachen dem Wind ausgesetzten Partien der südlichen Hochebene, zum anderen bildet sie am Westabfall des Gebietes ein relativ geschlossenes Band über den Tapeinia-Empetrum-Beständen. Die oberste Bodenschicht ist mit verrottenden Pflanzenteilen durchsetzt und von braun-schwarzer Färbung.

Tribeles-Ausbildung mit Gaultheria caespitosa

Großflächig ist diese Ausbildung nur auf der südlichen Hochebene verbreitet. Der Standort ist noch flachgründiger und windexponierter als der der Reinen Tribeles-Ausbildung. Auch nimmt der Gesamtdeckungsgrad der Gesellschaft deutlich ab, und die Pflanzen sind allgemein von gedrungenem Wuchs. Neben Tribeles australis und dem kriechenden Zwergstrauch Gaultheria caespitosa (Ericaceae) mit seinen im Herbst hellrot leuchtenden Beeren prägen Tapeinia pumila und Empetrum rubrum das Gesellschaftsbild. Die übrigen Arten der andinen Zwergstrauchheiden oder ihre Begleiter sind nur spärlich vertreten.

Reine Gaultheria caespitosa-Ausbildung

Die Gesellschaft überzieht die flach ausgezogenen Kuppen der südlichen Hochebene, wo gröberes, festverbackenes Gestein zutage liegt. Sie ähnelt aber im wesentlichen der oben geschilderten Tribeles-Ausbildung mit Gaultheria caespitosa.

3.4.2.1.3 Erigeroni-Pernettyetum pumilae ass.nov. Tabelle 5

Diese Assoziation umfaßt höherwüchsige, teils offene, teils geschlossene, gras- und strauchreiche Pflanzengesellschaften der unteren und mittleren Lagen. Der Trennartenblock des Erigeroni-Pernettyetum enthält neben der AC Erigeron myosotis und einer Berberitzenart darüberhinaus mit Viola reichei und Platyneurum laticostatum zwei Charakterarten der sommergrünen Laubwälder. Im Gegensatz zu den zwei zuvor beschriebenen Assoziationen der andinen Zwergstrauchheiden sind hier strauchige Pflanzen wie z.B. Berberis buxifolia, Maytenus disticha, Escallonia alpina und Embothrium coccineum am Gesellschaftsaufbau beteiligt. An der oberen Verbreitungsgrenze steht die Assoziation im Kontakt zum Dicranello-Pernettyetum. An der unteren bilden das Escallonia alpina-Gebüsch bzw. der sommergrüne Lenga-Wald die Kontaktgesellschaft. An verebneten Lagen grenzt es an das Tapeinietum pumilae. Die standortsbedingten Ausbildungen der Assoziation können in zwei Subassoziationen zusammengefaßt werden:

- Erigeroni-Pernettyetum cortaderietosum pilosae subass.nov. (auf meist schluff- und sandreichen Böden mit geringen Skelettanteilen) und das
- Erigeroni-Pernettyetum typicum subass.nov. (auf überwiegend grob- bis feinaschigen, wenig Sand und Schluff enthaltenden Böden).

Die Bodenprofile erreichten in vielen Fällen nach 30 bis 40 cm Tiefe bereits die dicht zusammengefügten Ascheschichten.

3.4.2.1.31 Erigeroni-Pernettyetum cortaderietosum pilosae subass.nov.

Cortaderia pilosa-Schopfausbildung

Die Aufnahmen der Cortaderia pilosa-Schopfausbildung stammen von zwei Schwemmfächern der tieferen Lagen. Auf dem zusammengeschwemmten, unverfestigten Aschematerial bildet Cortaderia pilosa 1 bis 2 Meter durchmessende, schopfige Einzelpflanzen aus. Zwischen den Grasschöpfen stehen einzelne Exemplare von Adesmia longipes. Andere Arten wachsen entweder direkt in den Grasschöpfen oder unmittelbar im Schutz der dichterstehenden, überhängenden Grasblätter.

Reine Ausbildung

Im Gegensatz zur vorher beschriebenen Schopfbildung verliert Cortaderia pilosa diese Wuchsform an steilen Geländeabschnitten, z.B. unterhalb von Felsköpfen, wo sie dann rasenförmig wächst. Die gelbbraunen, oberseits glänzenden, 50 bis 80 cm langen und ca. 1 cm breiten Blätter liegen schlaff übereinander. So lassen sie sich leicht von den steifspitzigen, matt ockerfarbenen, 40 bis 60 cm langen, aufrechten Blättern der Hierochloe juncifolia unterscheiden, die hier ab und zu beigemischt ist. In der Reinen Ausbildung beherrscht Cortaderia pilosa fast alleine das Feld. Nur selten erreichen andere Arten wie Baccharis magellanica, Hierochloe juncifolia und Senecio chionophilus mehr als 5 Prozent Deckung. Der Hauptwurzelhorizont bleibt auf die obersten 20 cm des Solums beschränkt und besteht ausschließlich aus sehr feinen Wurzeln, die einen dichten Wurzelfilz bilden. Kennzeichnend vor allem für diese Ausbildung aber auch für die weiteren Ausbildungen dieser Subassoziation ist eine allgemeine Straucharmut. Erklärt werden könnte dies mit der dicht geschlossenen Wurzelschicht, die die Keimung anderer Arten erschwert.

Silene andicola-Ausbildung

An verschiedenen Geländeabschnitten des Untersuchungsgebietes haben sich durch Windeinfluß und Bodenkriechvorgänge nahezu perfekt geformte

Terrassen ausgebildet. Auf den groben Aschen sind es zunächst Zwergstrauchformen und später mit zunehmendem Feinmaterialgehalt Cortaderia pilosa-reiche Bestände, die sich an den steileren Terrassenwänden ausbreiten. Dagegen bleiben die horizontalen Flächen der Terrassen vegetationsfrei. Als gute Differentialart der Terrassen innerhalb dieser Subassoziation hat sich Silene andicola erwiesen. Zwei Untereinheiten lassen sich unterscheiden: eine entwickeltere mit reichlich Cortaderia ohne Ribes cucullatum, die andere mit Ribes cucullatum auf nicht so steilen, eher flacher ansteigenden Terrassen. In der Einheit mit Ribes cucullatum haben auch Schuttkriecher wie Adesmia retusa und Acaena microcephala aufgrund des höheren Lichtangebotes einen deutlich gesteigerten Anteil an der Pflanzendecke. Auf den steileren Treppenstufen ohne Ribes cucullatum wachsen dagegen reichlich Hierochloe juncifolia und Baccharis magellanica.

Tribeles-Ausbildung

Die Tribeles-Ausbildung wächst in flach ausgezogenen Mulden unter einem dichten Cortaderia pilosa-Grasschirm. Neben diesen Arten haben nur noch Empetrum rubrum und Pernettya pumila erwähnenswerte Deckungsanteile, wogegen die lichtbedürftigeren Arten wie z.B. Adesmia retusa, Senecio triodon, S. chionophilus und Euphrasia flavicans stark zurückweichen.

Tapeinia-Ausbildung

Bei dieser Ausbildung handelt es sich um mäßig geneigte Standorte auf denen Cortaderia pilosa nicht mehr vollständig die Flächen bedeckt, was wiederum viele der lichtbedürftigeren Arten (Adesmia retusa, Senecio triodon, Pernettya pumila var. leucocarpa) begünstigt. Zusammen mit Cortaderia bestimmen Empetrum rubrum und Hierochloe juncifolia die Physiognomie dieser Ausbildung, in der Sträucher wie Berberis buxifolia und Maytenus disticha allmählich an Bedeutung zunehmen.

Tapeinia-Ausbildung mit Gunnera

Im Gegensatz zur vorigen Ausbildung stockt diese auf etwas steileren Standorten mit geschlossenen Cortaderia pilosa-Beständen. Unter dem Blätterdach der Cortaderia gedeiht die feuchtigkeitsliebende Gunnera magellanica, die offensichtlich geschlossene Pflanzenbestände, gleich welcher Art (vergl. dazu auch Senecio chionophilus-Ausbildung mit Gunnera) braucht, um sich entwickeln zu können.

Reine Gunnera-Ausbildung

An Geländeabschnitten mit über 25 Grad Neigung und einer geschlossenen Grasdecke entwickeln sich Pflanzenbestände, die denen der obengenannten Ausbildungen sehr ähnlich sind, denen aber Tapeinia pumila fehlt. Als Ursache dafür kann vermutlich der dichtgeschlossene, sich wegen seiner peitschenartigen, langen Blätter mehrfach überlappende Cortaderia-Grasschirm angesehen werden, dessen Blätterdach die steilgeneigte Bodenoberfläche perfekt abdeckt und somit überwiegend hygrophile Arten (insbesondere Gunnera magellanica) beherbergt.

Gunnera-Ausbildung mit Maytenus disticha

In Cortaderia pilosa-Beständen, die dem Wald benachbart liegen, treten besonders häufig Berberis buxifolia var. andina und Maytenus disticha auf. Die Beteiligung von Cortaderia an der Krautschicht, ist nicht mehr so stark wie in den oben beschriebenen Ausbildungen. Ihre Stelle nehmen insbesondere Empetrum rubrum und Hierochloe juncifolia ein, die aufgrund der lückigen Pflanzendecke von einer wachsenden Zahl charakteristischer Arten andiner Zwergstrauchheiden begleitet werden.

3.4.2.1.32 Erigeroni-Pernettyetum typicum subass.nov.

Reine Gunnera-Ausbildung

Auf den grobskeletthaltigen Böden der Reinen Gunnera-Ausbildung wird Cortaderia pilosa durch Empetrum rubrum und Hierochloe juncifolia ersetzt. Das spezielle Mikroklima im Bestand, welches zuvor das Gedeihen von Gunnera magellanica in den geschlossenen Cortaderia-Beständen ermöglichte, kann vermutlich auch für diese Empetrum- und Hierochloe-reiche Ausbildung angenommen werden.

Gunnera-Ausbildung mit Pernettya poeppigii

Wo die Pflanzendecke der Reinen Gunnera-Ausbildung durch Materialeintrag nachhaltig gestört wird, dringen Pernettya poeppigii, Azorella incisa und Embothrium coccineum in die Gesellschaft ein.

Reine Ausbildung

Von allen bisher besprochenen Gesellschaften besitzt diese Ausbildung keine Differentialarten, dennoch repräsentiert sie über weite Gebiete des Antillanca die vorherrschende Gesellschaft. Als auffällige Begleiter der Ausbildung durchziehen weißfarbene Rhacomitrium-Kolonien und silbrig-weiße Lucilia nivea-Polster die lückigen Bestände. Die im Winde schwebenden zart befiederten Samen der Lucilia nivea verfangen sich im Herbst häufig in den dichtbeblätterten Empetrum-Zweigen und bilden, offensichtlich dadurch bedingt, sehr ausgedehnte Polster unter den Empetrum rubrum-Zwergsträuchern (Abb. 6, im Anhang).

Pernettya poeppigii-Ausbildung mit Azorella incisa

Diese Ausbildung ist im unteren Bereich mehrerer Schuttfächer des Cerro Haique verbreitet, wo periodische Überaschungen stets neuen, offenen Siedlungsraum für verschiedene Arten der Senecionetea bipontinii (Azorella incisa, Adesmia longipes) schaffen. Grashorste von Hierochloe juncifolia sind ebenso selten wie die schuttdeckende Baccharis magellanica; beide vertragen ganz offensichtlich diese unruhigen Standorte nicht.

Pernettya poeppigii-Ausbildung mit Acaena pinnatifida

Die Aufnahmen dieser Ausbildung stammen, wie die der Pernettya poeppigii-Ausbildung mit Azorella incisa aus den Schuttfächern des Cerro Haique, stocken aber, im Gegensatz zur vorigen, mit Acaena pinnatifida und Sisyrinchium arenarium auf sandigeren Standorten.

Pernettya poeppigii-Ausbildung mit Nothofagus pumilio

Entwicklungsdynamisch wie auch räumlich schließt sich diese Ausbildung der obigen an. Vor allem die strauchförmigen Nothofagus-Arten (N.pumilio, N. antarctica, N. betuloides) kennzeichnen diese Einheit in Verbindung mit verschiedenen Straucharten wie Drimys winteri var. andina, Ovidia andina und Embothrium coccineum als Übergangsgesellschaft zum laubabwerfenden Lenga-Wald.

Embothrium coccineum-Ausbildung

Bestände mit Embothrium coccineum besiedeln die unteren Hanglagen (1100 bis 1200 m) am Vulkan Antillanca. Im Herbst, wenn Embothrium coccineum (Notro) sein Laub abstößt, bleiben seine 2 bis 3 m langen violetten Sprosse als schlanke Gerten stehen. Durch den offenen Wuchs des Gebüsches gedeihen hier verschiedene lichtbedürftige Arten der andinen Zwergstrauchheiden (Quinchamalium chilense, Adesmia retusa, Senecio triodon).

Die Embothrium coccineum-Ausbildung läßt sich vor allem nach abnehmendem Feinerdegehalt noch in drei Untereinheiten gliedern:

- Embothrium-Ausbildung mit Cortaderia pilosa
  stellt auf sand- und schluffhaltigeren Böden die Anschlußgesellschaft zum Lenga-Wald dar.

- Reine Embothrium-Ausbildung
  kennzeichnet die durchschnittlichen Wuchsorte der Gesellschaft, so wie sie eingangs vorgestellt wurden.

- Embothrium-Ausbildung mit Tapeinia
  entwickelt sich auf ebenen bis schwach geneigten und ungestörten Hängen.

3.4.2.2 Südandine Zwergstrauchheiden der übrigen Teiluntersuchungsgebiete

Die wenigen Aufnahmen, die den Typus der andinen Zwergstrauchgesellschaften an den übrigen Vulkanen kennzeichnen, wurden der jeweiligen Zwergstrauchtabelle des Vulkans Antillanca angehängt. Das geringe Aufnahmematerial erlaubt nur andeutungsweise eine Zuordnung zur einen oder anderen vom Vulkan Antillanca beschriebenen Assoziation. In erster Linie unterstreichen sie aber das allgemeine Erscheinungsbild der andinen Zwergstrauchgesellschaften, selbst wenn einige der Aufnahmen (Vulkane Mocho-Choshuenco, Puntiagudo, Osorno) nur einen kleinen Ausschnitt aus der vermuteten Vielfalt dieser Gesellschaft zeigen können.

Räumlich betrachtet nehmen die andinen Heiden an den übrigen Vulkanen nur relativ unbedeutende Areale ein.

Vulkan Puyehue

Die Aufnahmen vom Vulkan Puyehue geben im wesentlichen ein recht homogenes Bild der Zwergstrauchheiden wieder. Als schmales Band säumt die Gesellschaft die obere Verbreitungsgrenze der Festuca-Horstgraswiesen (Tab. 5:Nr.922, 923). Die Krautschicht erreicht dabei Deckungsgrade

von nahezu 100 % und besteht überwiegend aus Adesmia retusa, Poa tristigmatica, Luzula racemosa, Cerastium arvense und Pernettya pumila var. leucocarpa.

Auf der sandigen Terrasse einer breiten Erosionsrinne hat sich außerdem eine grasreiche Form der andinen Heiden mit Phleum commutatum und Elymus europaeus entwickelt (Tab. 5:Nr. 936), die etwas an die Phleum commutatum-Ausbildung des Perezio-Festucetum vom Vulkan Quetropillan erinnert.

Cerro Riggi

Aus dem Nationalpark Vicente Perez Rosales veröffentlichte VILLAGRAN (1980) mehrere Aufnahmen über die andinen Zwergstrauchgesellschaften, u.a. auch einige vom Cerro Riggi und ihm benachbarter Berge.

Ihre "Senecio triodon-Perezia pedicularifolia-Valeriana fonckii-Gesellschaft" (= "SPV-G") ist im Grobschutt, zwischen großen Felsblöcken und an weniger erodierten Felshängen entwickelt. Die namengebenden Arten ihrer Gesellschaft (S. triodon, V. fonckii) sowie die ebenfalls häufigen Adesmia retusa, Hierochloe juncifolia und Acaena microcephala erwiesen sich in der vorliegenden Arbeit als Charakterarten der Quinchamalio-Pernettyetea. Damit entspricht die "SPV-G" in den wesentlichen Zügen dem Erigeroni-Pernettyetum vom Vulkan Antillanca.

Die systematische Einordnung nicht nur dieser, sondern auch der anderen, tiefergelegenen, reiferen Gesellschaften muß aufgrund des eigenen umfangreichen Materials neu durchdacht werden. Keinerlei Ähnlichkeiten bestehen zwischen ihrer "SPV-G" und, wie die Autorin schreibt, der Poa vulcania-Gesellschaft von OBERDORFER. Die letztgenannte Gesellschaft ist den Steinschuttfluren (Senecionetea bipontinii) verwandt, wogegen die "SPV-G" aber zu den andinen Zwergstrauchheiden gerechnet werden muß.

Auch die Bewertung einzelner Arten (Gunnera magellanica, Perezia pedicularifolia, Baccharis magellanica, Lycopodium magellanicum etc.) muß im Lichte der hier vorliegenden Untersuchungen ganz neu betrachtet werden (vergl. hierzu auch Kap. 5.3).

Die einzelnen Aufnahmen vom Cerro Riggi sind in sich nicht so homogen, daß sie gemeinsam behandelt werden könnten. Jede für sich repräsentiert einen bestimmten Entwicklungs- oder edaphischen Zustand, so daß es notwendig erscheint, die Aufnahmen getrennt vorzustellen.

Tapeinia-Ausbildung (Nr. 904)

Die Aufnahme mit Tapeinia pumila entspricht am ehesten der Reinen Ausbildung des Tapeinietum pumilae vom Vulkan Antillanca. Typisch ist der dichte Tapeinia-Rasen, in dem eine ganze Reihe von Arten der andinen Zwergstrauchheiden (Quinchamalium chilense, Adesmia retusa, Baccharis magellanica) wachsen.

Senecio chilensis-Ausbildung (Nr. 908)

Die Senecio chilensis-Ausbildung stammt von einem 27 Grad steilen Nord-Hang, auf dem sich mit Empetrum rubrum, Discaria trinerva, Berberis buxifolia var. andina und der schmalblättrigen Senecio chilensis ein dichtes Zwergstrauchgestrüpp ausbreitet.

Auf noch steileren Partien (ca. 33 Grad) in 1660 m Höhe wird diese Ausbildung von einer Ausbildung der windharten Graminee Hierochloe juncifolia mit Berberis buxifolia var. andina und Chiliotrichium rosmarinifolium abgelöst.

Vulkan Osorno

In dem untersuchten Gebiet am Vulkan Osorno besitzen die Zwergstrauchgesellschaften nur kleinflächige Areale. Einen zusammenhängenden breiten Zwergstrauchgürtel wie am Vulkan Antillanca gibt es nicht. Die niedrigwüchsigen, artenarmen Ericaceen-Bestände wachsen im Vorfeld des Escallonia alpina-Gebüsches im Kontakt zu den Poa-reichen Ausbildungen der Senecionetea bipontinii.

Das Ausbreitungsverhalten von Pernettya poeppigii entspricht dem beim Dicranello-Pernettyetum beschriebenen. Arten wie Adesmia retusa, Sisyrinchium arenarium, Senecio trifurcatus und Hieracium antarcticum, die auf gefestigte aber sandige Standorte hinweisen, sind ebenso wie der Polsterbildner Senecio bipontinii vertreten.

Artenkombination wie Physiognomie deuten auf einen Anschluß an das Dicranello-Pernettyetum hin.

Vulkan Puntiagudo

Sowohl OBERDORFER (1960) als auch VILLAGRAN (1980) geben Aufnahmen vom Vulkan Puntiagudo wieder, beschränken sich dabei aber auf die untere Verbreitungsgrenze dieser Formation (750 bis 950 m), wo sie im Kontakt zu den weitläufigen Alerce-Beständen steht. Insbesondere die Aufnahmen VILLAGRANs enthalten eine Reihe typischer Arten der immergrünen Wälder wie z.B. Nothofagus dombeyi, die schuppenblättrige Fitzroya cupressoides und Desfontainea spinosa mit ihren an Ilex erinnernden Blättern.

Die eigenen Aufnahmen kennzeichnen dagegen den artenarmen Zwergstrauchgürtel der höheren Lagen, wie er durch das Dicranello-Pernettyetum repräsentiert wird.

Es lassen sich drei Ausbildungen unterscheiden, wobei von der ersten nochmals eine Moos-Fazies abgetrennt werden kann.

- Reine Pernettya-Ausbildung (mit Moos-Fazies)
- Embothrium coccineum-Ausbildung
- Senecio hieracium-Ausbildung

Die Embothrium coccineum-Ausbildung enthält neben Lucilia nivea, Euphrasia flavicans und Hierochloe juncifolia bereits auch Arten des angrenzenden Waldes (Nothofagus betuloides, Lagenophora hirsuta) und ist die Weiterentwicklung der Reinen Pernettya-Ausbildung des Dicranello-Pernettyetum.

Die Senecio hieracium-Ausbildung wächst in 1550 m Höhe in einer von Feinasche ausgefüllten Mulde. An den Vulkanen Antillanca und Quetropillan besiedelt die strahlenblütige Senecio hieracium ausnahmslos feuchte Standorte. Die geschützt gelegene Mulde muß demnach ausgesprochen günstige kleinstandörtliche Bedingungen aufweisen, die das Gedeihen von S. hieracium in ansonsten vegetationsloser Asche ermöglicht.

Vulkan Mocho-Choshuenco

In der Tab. 3 stehen die Aufnahmen vom Mocho-Choshuenco nach zunehmendem Feinerdegehalt des Bodens von links nach rechts geordnet. Floristisch heben sich die Zwergstrauchgesellschaften des Mocho-Choshuenco von denen der anderen Vulkane durch die zwergwüchsige Calandrinia gayana (Portulacaceae) ab. Dieser Unterschied ist aber keineswegs so bedeutend, als daß die Bildung einer neuen Assoziation notwendig erschiene. Wahrscheinlicher ist, daß die Zwergstrauchheiden an diesem Vulkan als Rasse mit Calandrinia gayana zu bewerten sind, ähnlich wie es vom Nassauvietum revolutae eine Nassauvia lagascae var. lanata-Rasse am Vulkan Puyehue gibt. Obschon die höherrangigen Charakterarten der Quinchamalio-Pernettyetea bis auf Pernettya pumila gänzlich ausfallen, ist eine Einordnung im Dicranello-Pernettyetum denkbar, da dessen Charakterart Dicranella costata in fast allen Aufnahmen vertreten ist.

Zwischen den Ausbildungen sind die Übergänge nicht scharf, eher fliessend. In der artenärmsten Ausbildung finden sich noch Exemplare der Steinschuttgesellschaften und deren Begleiter (Nassauvia revoluta, Poa tristigmatica, Luzula racemosa, Sisyrinchium arenarium). Entwickeltere Ausbildungen weisen bereits verstärkt Danthonia andina, Berberis buxifolia und Adesmia emarginata auf. Den Übergangscharakter zwischen Zwergstrauchheiden und Festuca-Wiesen deuten insbesondere Festuca thermarum und an windausgesetzten Stellen Hierochloe juncifolia an.

Vulkan Quetropillan

Die Zwergstrauchheiden des Vulkans Quetropillan sind die höchstgelegenen (ca. 1700 m) aller Teiluntersuchungsgebiete. Die Aufnahmen geben im wesentlichen zwei Standortausbildungen wieder: eine trockene - sie wird als "typisch" bezeichnet - und eine feuchte mit Azorella lycopodioides.

Typische Ausbildung

Auf exponierten Kuppen und steilen Hangflächen sowie zwischen blockigem Lavaschutt ist die Typische Ausbildung entwickelt. Außer Pernettya pumila bestimmen Poa tristigmatica, Stereocaulon implexum, Quinchamalium chilense und der silbrig behaarte Senecio poeppigii die Physiognomie der Gesellschaft.

Azorella lycopodioides-Ausbildung

Wird der grobblockige Gesteinsschutt von Hangzugwasser durchfeuchtet, gedeihen feuchteliebende Arten wie z.B. Azorella lycopodioides, Marsippospermum grandiflorum sowie reichlich Festuca thermarum und Caltha limbata, eine Zwergsumpfdotterblume.

Vulkan Llaima

Die Aufnahmen vom Vulkan Llaima sind bezüglich ihrer gesellschaftssystematischen Einordnung noch mit Zurückhaltung zu betrachten, da bei ihnen, wie auch bereits bei den Steinschuttgesellschaften desselben Vulkans die zahlreichen eigenen Arten dieses Gebiets den Aspekt der Pflanzendecke ganz entscheidend verändern und ihre Einordnung in das bestehende System daher erschweren. Zwei Ausbildungen lassen sich unterscheiden:

Reine Pernettya pumila-Ausbildung

Die Reine Pernettya pumila-Ausbildung besteht nur aus Pernettya pumila, Adesmia emarginata und dem gelbblütigen Senecio poeppigii. Sie ist weitgehendst mit der Reinen Ausbildung des Dicranello-Pernettyetum vergleichbar.

Berberis rosmarinifolium-Ausbildung

Mit zunehmender Entwicklung der Reinen Pernettya pumila-Ausbildung stellen sich die rosmarinblättrige Berberitze, Senecio linearifolius (der mitteleuropäischen Solidago virgaurea ähnlich), der zerschlitztblättrige Hypochoeris gayana und die langstielige, rosafarbene Rhodophiala nivalis (Amaryllidaceae) ein. Die Folgegesellschaften stellen vermutlich nahegelegene, artenärmere Escallonia alpina-Gebüsche dar.

3.4.3 Südandine Escallonia alpina-Gebüsche
Escallonion alpinae all.nov.

Von den südchilenischen andin-nordpatagonischen Buschgesellschaften berichtet OBERDORFER (1960): "Erst recht ändern sich natürlich die Verhältnisse, wenn man an der Grenze des südchilenischen Vegetationskreises in den Bereich der subantarktischen Sommerwälder kommt. So säumt in Trafun in 1650 m Höhe Escallonia alpina Poep. ex. DC das Nire-Knieholz der Nothofagetea pumilionis-antarcticae."

Nun wächst der 1,0 bis 1,5 m hohe Escallonia-Busch im Untersuchungsgebiet des Antillanca nicht als zusammenhängender Gürtel, ähnlich einer Waldmantelgesellschaft vor dem sommergrünen Lenga-Wald. Escallonia alpina bevorzugt dort z.B. die steilen Standorte unter breiten Felsbändern oder geschützt gelegene Waldeinschnitte, wo sie ausgedehnte Bestände bildet. Die wichtigsten Straucharten dieser Gesellschaft sind neben Escallonia alpina die dichotom verzweigte Ovidia andina, Berberis buxifolia var. andina, Ribes magellanicum, sowie R. cucullatum.

Beschreibungen von Gesellschaften mit Escallonia alpina liefern VILLAGRAN (1980) aus dem Nationalpark Perez Rozales und ESKUCHE (1969) aus dem argentinischen Nationalpark Lanin. Beide Autoren kennzeichnen den Gesellschaftstypus recht gut, an ihrer synsystematischen Einordnung sind aber Zweifel anzumelden (vgl. dazu auch Kap. 5.5).

Generell bevorzugt der Escallonia alpina-Busch im Untersuchungsgebiet geschützt gelegene, ausreichend mit Wasser versorgte, feinerdereiche Lagen. Häufig findet man ihn kleinräumig entwickelt, seltener bedeckt er einmal große Flächen. Unter dem dichtbelaubten Strauchgeäst ist die Krautschicht im Halbdunkel nur spärlich ausgebildet. Das wirr verwobene Geäst aufsteigender und niederliegender Triebe ist fast undurchdring-

bar. Auf dem Boden bilden lebende wie tote Zweige ein dichtes Holzgeflecht, welches das Anlegen von Bodenprofilen erheblich erschwert. Unter dieser schützenden "Holzdecke" ist der Boden tiefgründig, locker und humos. An Profilen dieses Gesellschaftstypus sind deutliche Horizontbildungen zu erkennen.

3.4.3.1 Südandine Escallonia alpina-Gebüsche des Vulkans Antillanca Tabelle 6

Reine Ausbildung

In seiner Reinen Ausbildung ist der Escallonia-Busch dicht geschlossen, 1 bis 1,5 m hoch, jedoch sehr artenarm in der Krautschicht. In der Strauchschicht dominiert Escallonia alpina, der sich in wechselnder Mächtigkeit Ovidia andina, Maytenus disticha, Ribes cucullatum, Pernettya poeppigii und Empetrum rubrum zugesellen. Die Krautschicht beherrschen vor allem Gunnera magellanica, Blechnum penna-marina, Rubus geoides und Viola reichei.

Ausgedehnte Bestände dieses Gebüsches sind unterhalb von Felsbändern oder Felsvorsprüngen auf relativ lehmigen Böden entwickelt. Die lehmige Bodenbeschaffenheit vergrößert zum einen die Wasserhaltekapazität des Bodens, und zum anderen verbessert sie auch die Nährstoffversorgung der Pflanzengesellschaft.

Baccharis magellanica-Ausbildung

Offene und gleichzeitig etwas trockenere Standorte kennzeichnen die Ausbildung mit dem lichtbedürftigen, niederliegenden Zwergstrauch Baccharis magellanica. Eine ganze Reihe weiterer Arten der südandinen Zwergstrauchheiden begleiten ihn, wie z.B. Senecio triodon, Senecio trifurcatus, Pernettya pumila var. leucocarpa und Euphrasia flavicans. Die Kennarten der sommergrünen Lenga-Wälder erfahren dafür eine kräftige Verringerung.

Senecio hieracium-Ausbildung

Im Kontakt zu größeren Felsköpfen entwickelt sich durch steten Steinschlag ein lückiger Escallonia-Busch. Als Differentialarten der Ausbildung gelten Senecio hieracium, Leuceria papillosa, Calceolaria tenella (Scrophulariaceae) und Valeriana philippiana.

OBERDORFER (1960) beschreibt die dickblättrige S. hieracium von den bachbegleitenden Hochstaudenfluren des Vulkans Quetropillan. Auch die nur wenige Zentimeter hohe Scrophulariacee Calceolaria tenella mit ihren etwa 10 mm großen, gelben, pantoffelartigen Blüten kennzeichnet feuchte Felsenstandorte (MUNOZ, 1980). Die weißblühende Leuceria papillosa und die etwa 20 cm hohe Valeriana philippiana kennzeichnen dagegen lockeren Steinschutt. VILLAGRAN (1980) bezeichnet Valeriana philippiana (1180 bis 1250 m) als lokale Differentialart ihrer "Senecio triodon-Perezia pedicularifolia-Valeriana fonckii-Gesellschaft" am Cerro Derrumbes.

Wie aus Tab. 6 ersichtlich, ist die Senecio hieracium-Ausbildung des Escallonia-Busches die artenärmste des Escallonietum am Antillanca. Sowohl die Kennarten der sommergrünen Lenga-Wälder als auch die der andinen Zwergstrauchheiden sind nur noch sehr vereinzelt anzutreffen.

3.4.3.2 Südandine Escallonia alpina-Gebüsche der übrigen Teiluntersuchungsgebiete Tabelle 6

Vulkan Puntiagudo

Eine Aufnahme (Nr. 12) belegt die Situation des Escallonia-Busches am Vulkan Puntiagudo. Die Gesamtfläche der Buschgruppe beträgt etwas über 400 m^2, mit fast ausschließlicher Beteiligung von Escallonia alpina in der Strauchschicht. Sträucher wie Ovidia andina, Ribes magellanicum und Maytenus disticha sind nur spärlich vertreten. In der Krautschicht sind es vorwiegend Arten der Nothofagetea pumilionis (Rubus geoides, Lagenophora hirsuta, Macrachaenium gracile, Platyneurum laticostatum, Gunnera magellanica), die das Feld beherrschen.

Anhand der Artenkombination kann die Gesellschaft der Reinen Ausbildung des Escallonietum alpinae zugeordnet werden.

Vulkan Osorno

Die beiden Gebüsch-Aufnahmen vom Vulkan Osorno zeigen zwei verschiedene Situationen des Escallonia-Busches. Aufnahme-Nr. 955 liegt nur wenige Meter vor dem immergrünen Nothofagus betuloides-Wald, und der Escallonia-Busch enthält neben charakteristischen Sträuchern, wie z.B. Escallonia alpina, Ovidia andina, Maytenus disticha, Berberis serrato-dentata, Pernettya poeppigii, in der Krautschicht auch Arten der laubabwerfenden Sommerwälder wie Rubus geoides, Lagenophora hirsuta, Gunnera magellanica und Platyneurum laticostatum. Der Oberboden des durchweg sandigen Standortes wird von Zweigen und abgestorbenen Strauchteilen bedeckt, was eine Ausbildung krautreicher Bestände verhindert.

Die Aufnahmenummer 952 liegt etwa 100 m oberhalb der zuvor beschriebenen Stelle. Der Escallonia-Busch ist von lückigerem Wuchs und grenzt nur wenige Meter darüber an den offenen Zwergstrauchgürtel. Der lockere Wuchs verhindert einmal, daß die feuchteliebende Gunnera magellanica sich entwickeln kann, und zum anderen fördert er den Wuchs typischer Arten der Zwergstrauchheiden und Steinschuttgesellschaften (Adesmia retusa, Chloraea gaudichaudii, Senecio bipontinii, Baccharis nivalis).

Vulkan Puyehue

Neben Escallonia alpina bestimmt am Vulkan Puyehue Chiliotrichium rosmarinifolium den Gesellschaftsaspekt. Diese verholzte Strauchkomposite ist sowohl Bestandteil der Horstgraswiesen als auch der Escallonia-Gebüschgruppen. Im Gegensatz zu den übrigen Escallonia-Einheiten fehlen hier aber neben Ribes cucullatum alle Kennarten der Lenga-Wälder; nur Gunnera magellanica ist häufig vertreten. Eine Erklärung der Artenarmut kann möglicherweise die extrem dichte Vegetationsdecke des Escallonia-Busches sein, deren basal verzweigte Sprosse so eng neben- und übereinander wachsen, daß für andere Arten jeder Siedlungsraum fehlt.

Vulkan Mocho-Choshuenco

An diesem ca. 2500 m hohen Doppelvulkan können drei Wuchshabitate des Escallonia alpina-Busches unterschieden werden:

- Hanginnenseiten der tief eingeschnittenen Erosionstäler,
- Kraterinnenränder,
- flache Geländevertiefungen.

Erosionstäler und Geländevertiefungen sind floristisch ähnlich, obschon Festuca thermarum im allgemeinen höhere Anteile an der Krautschicht der Geländedepressionen als in den Erosionstälern einnimmt.

Die NW-exponierte, 200 m hohe, 30 bis 40° geneigte Hanginnenseite eines etwa 800 m durchmessenden Seitenkraters des Vulkans Mocho-Choshuenco wird von einem fast brusthohen, dichtgeschlossenen Escallonia-Discaria trinerva-Gebüsch überzogen. Unter dem dichten Strauchkleid befindet sich, wie bereits für andere Einheiten dieser Buschgesellschaft beschrieben, ein den Boden dicht abschließendes, undurchdringbares Geflecht aus Wurzeln und Trieben. Die Krautschicht ist sehr artenarm, aber reich an Flechten, wie z.B. Sticta weigelii oder verschiedenen Pseudocyphelarien, die mit ihren Thalli die Äste des Buschinnern überziehen.

Vulkan Quetropillan

In der Strauchartenkombination gleicht die Aufnahme (Nr. 881) dem Discaria trinerva-Gebüsch vom Vulkan Mocho-Choshuenco und die Nr. 878 der artenarmen Escallonia alpina-Ausbildung vom Vulkan Puyehue, ohne Beteiligung charakteristischer Arten der Sommerwälder (Nothofagetea pumilionis). Beide Bestände wachsen unmittelbar im Kontakt zum angrenzenden Lenga-Wald, erreichen Deckungsgrade von 100 Prozent und stocken auf sandig-schluffigen Böden.

Vulkan Llaima

Das artenärmste aller Escallonia-Gebüsche wächst in nächster Nachbarschaft der Araukarien-Wälder am Fuß des Vulkans Llaima. Nur drei Arten beteiligen sich am Gesellschaftsaufbau, von denen Escallonia alpina allein die Strauchschicht und Pernettya pumila mit einzelnen Exemplaren von Hypochoeris gayana die Feldschicht prägen. Anzeichen einer bereits vorhandenen Bodenentwicklung der durchweg sandigen vulkanischen Aschen waren nicht zu erkennen.

3.4.4 Südandine Grasgesellschaften
(Festucetea thermari class.nov.)
(Festucetalia thermari ord.nov.)
(Festucion thermari all.nov.)

OBERDORFER (1960) faßte als erster die hochandinen Grasgesellschaften als "Klimax-Rasen" der Höhenlagen zwischen 1700 und 1900 m auf. Nach seinen Angaben prägen sie die Physiognomie der Vegetationslandschaft und überziehen auf gereiften Böden alle sanften Hänge und Kuppen. Diese Beobachtung trifft auf den Vulkan Quetropillan zu, wo die verschiedenen Vegetationsformen aufgrund des älteren vulkanischen Geschehens bereits ihre natürlichen Höhenstufen einnehmen. An den Vulkanen Puyehue und Mocho-Choshuenco jedoch mit ihrer jüngeren vulkanischen Vergangenheit besiedeln sie die Lenga-Stufe zwischen 1200 und 1500 m.

Die Böden der Festuca-Rasen besitzen einen deutlich ausgebildeten, dunkel gefärbten A-Horizont über einer sand- und schluffreichen Feinaschendecke. Die wesentlichen gesellschaftsdifferenzierenden Parameter sind die Tiefe der sandig-lehmigen Aschendecke und das daran gekoppelte Wasserspeichervermögen.

3.4.4.1 Gunnero-Festucetum thermari ass.nov.prov. Tabelle 9

Vulkan Puyehue

Zwischen etwa 1150 und 1400 m bedecken die dichtgeschlossenen Grasbestände des Gunnero-Festucetum die sanft abfallenden Hänge des Vulkans Puyehue und werden in ihrer Weitläufigkeit nur von Gebüsch- bzw. Baum-

inseln aus Chiliotrichium rosmarinifolium, Escallonia alpina und Lenga (Nothofagus pumilio) unterbrochen. In unregelmäßigen Abständen werden die Wiesen von Erosionsrinnen durchschnitten, an deren Hanginnenseiten sich bereits wieder ausgedehnte Gebüschgruppen entwickelt haben. Baumarten wie die laubabwerfende Nothofagus pumilio und ihre immergrüne Verwandte N. betuloides steigen im Schutze der tiefeingeschnittenen Rinnen weit in die mit Festuca bewachsenen Flächen hinauf, ohne aber das dichte Graskleid selbst zu besiedeln.

Das Gunnero-Festucetum besitzt, soweit dies bis jetzt überhaupt feststellbar ist, keine eigene Assoziationscharakterart, dafür aber einen ausgeprägten Differentialartenblock u.a. mit der feuchteliebenden Gunnera magellanica und Adesmia retusa, der sie klar von den beiden anderen Assoziationen abhebt. Der Vulkan Puyehue ist vermutlich der nördlichste Fundort der im südlichen Andenhauptkamm verbreiteten Perezia pedicularifolia. Obschon sie keine der hochandinen Pflanzengesellschaften ausdrücklich charakterisiert, gilt sie aber als geographische Trennart und hebt damit die Eigenständigkeit des Gunnero-Festucetum als südlichste Grasgesellschaft der Festucetea thermari im Untersuchungsgebiet hervor. Kennarten der andinen Zwergstrauchheiden wachsen nur noch vereinzelt in dem dichten Grasbestand.

Die halbmeterhohen, eng geschlossenen Grasbestände mit ihrem stark verflochtenen Wurzelfilz geben auch nur selten ein Stückchen Boden frei, auf dem andere Pflanzen gedeihen könnten. Damit wird vermutlich auch die Gehölzarmut des Gunnero-Festucetum erklärt, dessen Wuchsorte potentiell Waldgesellschaften tragen könnten. Eine Trennung der Gesellschaft nach Differentialartengruppen läßt das geringe Aufnahmematerial noch nicht zu. Das Fehlen von Assoziationscharakterarten schließt zunächst eine gesicherte taxonomische Benennung der Gesellschaft aus; demnach wird die Assoziation auch nur provisorisch gefaßt.

3.4.4.2 Carici-Festucetum thermari ass.nov. Tabelle 9

Vulkan Mocho-Choshuenco

Das Carici-Festucetum besiedelt am 2500 m hohen Doppelvulkan Mocho-Choshuenco die Lagen unmittelbar oberhalb des Waldrandes von 1200 bis 1500 m. Charakteristisch für das Erscheinungsbild der Gesellschaft ist, wie bereits beim Gunnero-Festucetum geschildert, ihr großer Grasreich-

tum. Die Krautschicht, die im wesentlichen nur aus Festuca thermarum besteht, erreicht Deckungsgrade von 90 bis 100 Prozent. Im Gegensatz zum Gunnero-Festucetum besitzt das Carici-Festucetum mit Carex gayana var. gayana und dem blau blühenden "Andenstern" Perezia lysata zwei gute Assoziationscharakterarten. Darüberhinaus sind der zwergwüchsige Rubus geoides, Charakterart der Nothofagetea pumilionis, und Sisyrinchium junceum (Iridaceae) gute Assoziationstrennarten gegenüber den beiden anderen Festuca-Horstgrasassoziationen. Die Böden der verschiedenen Einheiten bestehen, ähnlich dem Gunnero-Festucetum, aus feinem vulkanischen Sand. Die wesentliche Differenzierung der Gesellschaftseinheiten wird bestimmt von der Flach- bzw. Tiefgründigkeit des Bodens und der Intensität der Beweidung.

Zwischen 1956 und 1963 wurden größere Flächen des Rasengürtels als Weidegrund für ca. 200 Stück Vieh genutzt. Ein Effekt auf die an Tritt und Beweidung nicht angepaßte Grasvegetation lag in der Bildung ausgeprägter Viehgangeln sowie in der Auflockerung des Bodens bzw. Zerstörung der Grasnarbe des unmittelbar an die Wiesen grenzenden sommergrünen Lenga-Waldes. Vor den tiefbekronten ca. 25 m hohen Randbäumen mit ihren weitausladenden Traufästen gab es ursprünglich, d.h. vor der Beweidung, keine Waldmantelgesellschaft bzw. Krummholz. Erst nach Auflassen der "Almweide" bildete sich auf einem nur 5 bis 10 m breiten Streifen parallel zum Waldrand eine Naturverjüngung aus Lenga (Nothofagus pumilio). Vereinzelt stehen auf den Freiflächen ebenfalls 3 bis 5 m hohe Lenga-Jungwüchse. Jahrringauszählungen beider Verjüngungssituationen ergaben Alter zwischen 14 und 17 Jahren. Jüngere Pflanzen als die ausgezählten wurden nicht gefunden. Dies entspricht auch ganz der heutigen Situation, wo die Grasnarbe bereits wieder einen hohen Schlußgrad erreicht hat und damit erfolgreiche Verjüngung der Lenga nur unter sehr günstigen Bedingungen möglich wird.

Die Beweidung förderte sichtlich die Ausbreitung der buxblättrigen Berberitze. Vermutlich haben auch Calceolaria biflora und Blechnum pennamarina den von Gras entblößten Mineralboden genützt und besitzen über Gebühr große Gesellschaftsanteile. Es können folgende Ausbildungen des Carici-Festucetum unterschieden werden:

Marsippospermum grandiflorum-Ausbildung

Die Gesellschaft stockt auf stark durchfeuchteten Böden in der Nähe kleinerer Gewässer. Kennzeichnende Art solcher Standorte ist Marsippospermum grandiflorum (Cyperaceae), die aus dem sattgrünen Festuca-Teppich mit ihren dunkelbraun glänzenden Hüllspelzen weit herausragt.

Danthonia-Ausbildung mit Acaena pinnatifida

Die Danthonia-Ausbildung mit Acaena pinnatifida beschränkt sich auf die ebenen, höher gelegenen Terrassenflächen eines größeren Schuttstromes. Die Flächen bestehen überwiegend aus grobem Geröllschotter mit einer dünnen Sandschicht. Festuca thermarum entwickelt auf dem durchlässigen Sandboden keine zusammenhängende Grasdecke, sondern nur igelförmige Einzelhorste.

Das Fehlen beider Assoziationscharakterarten hängt wesentlich mit dem sehr durchlässigen Sand- bzw. Kiesboden zusammen. Die Krautschicht besteht im wesentlichen aus Danthonia aff. andina, Festuca thermarum, Acaena pinnatifida, Elymus gayanum sowie Calandrinia gayana und erreicht Deckungsgrade von 90 bis 100 Prozent. Stellenweise überziehen Kolonien der zwergwüchsigen Geranium magellanicum die Bodenoberfläche und unterbrechen die braungrüne Pflanzendecke mit ihren rosafarbenen Blüten.

Reine Danthonia-Ausbildung

In schwach ausgebildeten Senken stockt die Gesellschaft auf schluffreichen Feinascheböden. Im Gegensatz zur Danthonia-Ausbildung mit Ac. pinnatifida ist hier die Grasdecke zu 100 % geschlossen und das Charakter- bzw. Differentialarteninventar der Assoziation gut ausgebildet.

Reine Ausbildung

Die Reine Ausbildung kennzeichnet die mittleren, 10 bis 15 Grad geneigten Standorte der Gesellschaft, in der die Deckung der Krautschicht in vielen Fällen 100 Prozent erreicht. Die Pflanzendecke besteht fast aus-

schließlich aus Festuca thermarum, und nur die vom Wind bewegten, langstieligen, aufrechten Blütenstände von Sisyrinchium junceum (Iridaceae) mit ihren zarten, blattlosen Stengeln lockern das Bild auf.

Charakterarten und Trennarten der Assoziation sind gut vertreten. Vor allem Senecio chionophilus, Pernettya pumila und Chloraea gaudichaudii beteiligen sich am Gesellschaftsaufbau. Daneben überzieht die halbmeterhohe Papilionacee, Adesmia emarginata stets das sattgrüne Graskleid mit einem Teppich gelb-orangener Blüten.

Der feinsandige Boden zeigt ein deutliches AC-Profil und liegt einer blockigen Lava auf.

Blechnum penna-marina-Ausbildung

Die Blechnum penna-marina-Ausbildung stockt auf durchschnittlich 5 bis 10 Grad steileren Standorten als die Reine Ausbildung des Carici-Festucetum. Bedingt durch die Steilheit des Geländes sind die Viehgangeln hier besonders ausgeprägt und daher noch nicht wieder völlig von Gras überwachsen. In dieser Ausbildung häufen sich Blechnum penna-marina und die rauhfilzige, rosettenbildende Pantoffelblume Calceolaria biflora. Beide Arten kleben gleichermaßen an noch offenen Bodenstellen der Viehpfade. Es können in der Blechnum-Ausbildung noch vier Untereinheiten ausgeschieden werden, die sich entweder in der Steilheit des Standortes oder in einer zunehmenden Flachgründigkeit unterscheiden.

- Reine Blechnum-Ausbildung

Die Reine Blechnum-Ausbildung besiedelt vor allem die steilen Einhänge der tiefen Erosionsrinnen und stellt dann die Kontaktgesellschaft zum Escallonia alpina-Busch dar.

Obschon die gelbblütige Calceolaria biflora auch in den anderen Untereinheiten der Blechnum-Ausbildung vertreten ist, besitzt sie aber hier ihren Verbreitungsschwerpunkt. In der fast nur aus Festuca bestehenden Grasdecke glänzen ab und zu die langen, rotbraunfarbenen Blätter von Cortaderia pilosa. Auffallend ist die relativ enge Bindung von Ranunculus peduncularis an die Blechnum-Ausbildung mit Calceolaria. Wahrscheinlich braucht der zwergige Hahnenfuß offene Bodenstellen, um gedeihen zu können.

- Blechnum-Ausbildung mit Hierochloe

Die Ausbildung wächst nur auf windexponierten Graten und Rippen, wo Festuca thermarum von dem windharten, steifspitzigen Horstgras Hierochloe juncifolia abgelöst wird.

- Blechnum-Ausbildung mit Hierochloe und Pernettya poeppigii

Mit zunehmender Flachgründigkeit des Bodens entwickeln sich zwergstrauchreichere Bestände mit Pernettya poeppigii. Innerhalb der Ausbildung läßt sich noch eine Fragaria chiloensis-Fazies und ein Baccharis magellanica-Stadium an den steilen Einhängen der Erosionstäler ausscheiden.

- Blechnum-Ausbildung mit Pernettya poeppigii

Flachgründiger, dafür umso steiler (25 bis 30 Grad) sind die Standorte der Blechnum-Ausbildung mit Pernettya poeppigii. Diese Ausbildung vermittelt noch stärker als die Reine Blechnum-Ausbildung zum Escallonia alpina-Gebüsch. Erste Anzeichen einer einsetzenden Gebüschentwicklung zeigen bereits einzelne, strauchige Exemplare von Escallonia alpina.

3.4.4.3 Perezio-Festucetum thermari ass.nov Tabelle 9

Vulkan Quetropillan

Im Unterschied zu den beiden zuvor besprochenen Assoziationen sind die Wiesen des Perezio-Festucetum am Vulkan Quetropillan relativ lückig, seltener dicht geschlossen, was durch eine Reihe von Arten der Quinchamalio-Pernettyetea dokumentiert wird. Vorläufig einzige Charakterart der Assoziation ist die hellblau blühende Perezia fonckii, die, wie ihre nahe Verwandte P. lysata vom Vulkan Mocho-Choshuenco, die andinen Horstgraswiesen eindeutig bevorzugt.

Die Rasengesellschaften am Vulkan Quetropillan können nach vorsichtiger Einschätzung in zwei Subassoziationen untergliedert werden:

- P.-Festucetum marsippospermetosum grandiflori subass.nov.prov. kennzeichnet die quellig bis feuchten Standorte

- P.-Festucetum valerianetosum fonckii subass.nov.prov. kennzeichnet mit seinen Ausbildungen den trockenen Flügel der Assoziation.

Die feuchteliebende Subassoziation mit Marsipposperum bevorzugt schluffreiche und sandige Böden, wogegen die Subassoziation mit Valeriana fonckii überwiegend fein- und grobskelettreiche Standorte einnimmt. Da am Vulkan Quetropillan die skelettreichen vulkanischen Aschböden vorherrschen, besitzt das Perezio-Festucetum valerianetosum die weitaus größeren Anteile. Die Subassoziationen werden nur provisorisch gefaßt, da die wenigen Aufnahmen nur einen Trend aufzeigen und noch keine gesicherte Untergliederung zulassen.

3.4.4.3.1 Perezio-Festucetum marsippospermetosum subass.nov.prov.

Poa borchersii-Ausbildung
(feuchteliebende Horstgrasgesellschaft)

In den geschlossenen, gras- und strauchreichen Beständen beherrschen die breitblättrige, etwa halbmeterhohe Poa borchersii, Cortaderia pilosa, Festuca und die weißblühende Strauchkomposite Chiliotrichium rosmarinifolium den Gesellschaftsaspekt. Aster vahlii, eine Art quelliger Standorte, kennzeichnet in dieser Ausbildung den feuchtesten Flügel der Subassoziation. Die Gesellschaft hat sich ausnahmslos unterhalb größerer Felsköpfe bzw. Felswände entwickelt, wo ein kontinuierlicher Feuchtigkeitsnachschub gewährleistet ist.

Phleum commutatum-Ausbildung

Unterhalb mächtiger Felsbänder wächst die Phleum commutatum-Ausbildung auf groben, konsolidierten, feinerdereichen Schutthalden. Die Vorstufen ihrer Entwicklung bestehen vermutlich aus farnreicheren Gesellschaften, so wie es das Polystichum mohrioides-Stadium dieser Ausbildung noch ahnen läßt. Physiognomisch fällt die Phleum commutatum-Grashalde schon durch die große Zahl langstieliger Fruchtstände von Poa, Festuca, Phleum, Marsippospermum und Sisyrinchium patagonicum auf. Ähnlich wie in der Reinen und der Blechnum-Ausbildung des Carici-Festucetum vom Vulkan Mocho-Choshuenco ragen die etwa meterhohen Sisyrinchium-Stengel weit über das allgemeine Blütendach hinaus, und ihre strohtrockenen Halme knistern bereits bei leisesten Windbewegungen.

3.4.4.3.2 Perezio-Festucetum valerianetosum subass.nov.prov.
(Rasengesellschaften der trockeneren Lagen)

Die Ausbildungen dieser Subassoziation wachsen vor allem auf flachgründigen Standorten gröberer Aschenzusammensetzung wie Bergkuppen, Hängen oder älteren Lavaströmen. Wichtige Arten der Subassoziation sind Valeriana fonckii, der nur 10 bis 20 cm hohe Zwergstrauch Baccaris magellanica, Cladonia arbuscula und Senecio triodon. Alle Trennarten sowohl der Subassoziation als auch ihrer Ausbildung sind bis auf Caltha limbata Kennarten der andinen Zwergstrauchheiden. Darüberhinaus häufen sich gerade in dieser Subassoziation weitere charakteristische Arten der Quinchamalio-Pernettyetea, so z.B. Quinchamalium chilense, Pernettya pumila, Lycopodium magellanicum und Chloraea gaudichaudii (Abb. 7, im Anhang).

Von der Subassoziation werden zwei Ausbildungen unterschieden:

Reine Ausbildung, Empetrum rubrum-Stadium

Empetrum rubrum-reiche Bestände wachsen am Vulkan Quetropillan auf ebenen Kuppen, leicht geneigten Hängen und Blockschuttfeldern unterhalb größerer Felsvorkommen. Innerhalb der andinen Grasgesellschaften stellt diese Ausbildung die strauchreichste dar, welche stets Kontakt zu Gebüsch-, Krummholz- bzw. Waldgruppen besitzt.

Tapeinia pumila-Ausbildung

Die Tapeinia pumila-Ausbildung ist wie das Empetrum rubrum-Stadium auf flachen Standorten verbreitet. Im Unterschied aber zu jener stocken die Tapeinia-Rasen auf einer 5 bis 10 cm dünnen, schluffigen Sandunterlage. Von der Tapeinia-Ausbildung kann noch eine Untereinheit auf höhergelegenen, staunassen Bachterrassen mit Caltha limbata abgetrennt werden.

3.4.5 Südchilenisch-hochandine Quell- und Flachmoorgesellschaften
Tabelle 8
(Caltho-Ourisietea Oberd. 60)

Die Quell- und Flachmoorgesellschaften des hochandinen Vegetationskreises faßte OBERDORFER (1960) in einer Klasse der Caltho-Ourisietea zusammen. Als charakteristische Elemente dieser Gesellschaft gibt er die kleinen antarktischen Caltha-Arten (Caltha appendiculata, C. andicola) an. Gewisse Verbindungen zu den südchilenischen Seggenmooren (OBERDORFER 1960, S.163) zeigen in seinen Aufnahmelisten Carex decidua, Aster vahlii und Plantago barbata. Die beiden zuletzt genannten Arten kennzeichnen in Südpatagonien (ROIG et al. 1983) die antarktischen Caltha sagittata-Carex gayana var. densa-Wiesenmoore (Calthetea). Einige der in Tab. 8 auftretenden Arten wie Marsippospermum grandiflorum, Caltha appendiculata und Donatia fascicularis sind darüberhinaus sowohl in Süd- (ROIG et al.) als auch in Nordpatagonien (OBERDORFER) Charakterarten des antarktischen Hochmoorkomplexes, (Ausnahme: Marsippospermum grandiflorum wird von OBERDORFER noch als Begleiter der Myrteolo-Sphagnetea geführt).

Diese Übersicht läßt bereits die Problematik einer klaren systematischen Zuordnung der eigenen Aufnahmen zu der einen oder anderen, oben erwähnten Klasse erkennen.

Ein Anschluß an die Quell- und Flachmoorgesellschaften (Caltho-Ourisietea, OBERDORFER 1960) wäre denkbar, da alle Aufnahmestandorte durch quelliges bzw. spritzendes Wasser beeinflußt sind, was zu den allgemeinen Kennzeichen der Gesellschaft zählt. Zum selben Vergesellschaftungskomplex von Caltha- und Ourisia-Arten rechnet OBERDORFER auch die artenarmen Rieselgesellschaften mit Pinguicula antarctica, "die ganz wie die europäischen Quell- und Rieselgesellschaften offener Böden mit Pinguicula vulgaris oder Pinguicula alpina aussieht" (OBERDORFER 1960, S. 152).

Cerro Riggi

Meist kleinflächig entwickelte Bestände dieser Quell- und Flachmoore finden sich in 1550 m Höhe am Cerro Riggi. Es können drei Gesellschaftseinheiten unterschieden werden:

Ourisia microphylla-Gesellschaft

Die Aufnahme mit Ourisia microphylla repräsentiert durchfeuchtete Quellhänge. Auffallendste Arten sind Caltha limbata, die gelbblütige Ourisia microphylla und der kleinwüchsige, lanzettblättrige Plantago barbata.

Schoenus andinus-Gesellschaft

Die Schoenus andinus-Gesellschaft besiedelt am Cerro Riggi die feuchten bis mäßig nassen, flachen bis schwachgeneigten Standorte. Typisch für die Gesellschaft ist neben der schwarzblütigen Schoenus andinus noch die breitblättrige Carex banksii. An sehr nassen Stellen entwikkeln sich geschlossene Moosteppiche, vermutlich aus Drepanocladus-Arten bestehend, die bereits zu den antarktischen Hochmooren, den Myrteolo-Sphagnetea, überleiten.

Empetrum rubrum-Gesellschaft

Die Empetrum rubrum-Gesellschaft ist im unmittelbaren Randbereich kleinerer Gewässer ausgebildet, wo die Wurzeln der sie aufbauenden Arten gerade noch den Grundwasserspiegel in etwa 20 cm Tiefe erreichen. Die Ausbildung enthält eine Reihe charakteristischer Arten der andinen Zwergstrauchheiden (Pernettya pumila, Senecio triodon, Valeriana fonckii, Cladonia arbuscula, Tapeinia pumila), die in Verbindung mit den Trennarten der Ausbildung (Empetrum rubrum, Danthonia aff. andina) den trockeneren Flügel der Quellstandorte kennzeichnen.

Vulkan Puntiagudo

Die Rieselflur mit Pinguicula alpina am Vulkan Puntiagudo wächst an den seitlichen Einhängen eines Bachlaufes und besteht aus Caltha limbata, Tapeinia pumila, Aster vahlii und Pinguicula antarctica.

Ein vergleichbarer Bestand vom Vulkan Puntiagudo, aber ohne Caltha limbata, ist bei VILLAGRAN (1980, S. 63) aufgeführt.

Vulkan Quetropillan

Noch innerhalb des Lenga-Araukarien-Waldgürtels, aber schon an seiner Grenze zu den offenen Gras- und Zwergstrauchgesellschaften entwickeln sich an schmalen Wasserläufen und in flachen Senken hochandine Flachmoorgesellschaften bzw. Polsterseggen-Rasen. Die wenigen Aufnahmen lassen zwei Gesellschaften erkennen: die Aster vahlii-Gesellschaft auf ebenen, staunassen Standorten mit der herzblättrigen Caltha andicola, Aster vahlii und der rasenbildenden Segge Eleocharis albibracteata sowie die Berberis microphylla-Gesellschaft auf mäßig geneigten, nur von Sickerwasser durchfeuchteten Standorten mit Empetrum rubrum, Berberis microphylla, Perezia fonckii und Stereocaulon implexum.

Innerhalb der Aster vahlii-Gesellschaft können neben der Plantago barbata-Fazies noch drei Untereinheiten unterschieden werden, die im wesentlichen nach abnehmendem Grundwasserstand geordnet sind.

- Plantago barbata-Fazies
- Reine Caltha andicola-Ausbildung mit Carex gayana
- Reine Caltha andicola-Ausbildung
- Caltha andicola-Ausbildung mit Marsippospermum
- Plantago barbata-Fazies

Die Plantago barbata-Fazies wurde auf einer bachbegleitenden, von austretendem Hangwasser leicht angefeuchteten Terrasse aufgenommen. Die Bartramia patens-Kolonien deuten an, ähnlich der Bartramia patens-Fazies des Tapeinietum pumilae am Antillanca (Kap. 3.4.2.1.2), daß der Standort im Sommer vorübergehend immer wieder austrocknen muß. Das würde auch das spärliche Vorkommen von Caltha limbata erklären.

- Reine Caltha andicola-Ausbildung mit Carex gayana
  5 bis 15 cm Wassertiefe, mit C. gayana bereits an Großseggenbestände erinnernd

- Reine Caltha andicola-Ausbildung
  immerfeuchte Flachwasserzone im Kontakt zur Carex gayana Untereinheit

- Caltha andicola-Ausbildung mit Marsippospermum
  wechselfeuchte Flachwasserzone, Übergangsgesellschaft zu Tapeinia pumila-reichen Beständen der Berberis microphylla-Gesellschaft.

Vulkan Antillanca

Die beiden Aufnahmen vom Vulkan Antillanca sind nur noch entfernt mit dem Caltha-Ourisia-Komplex vergleichbar, da vor allem die charakteristischen Caltha-Arten fehlen und auch ansonsten alle typischen Quell- und Flachmoorarten wie Schoenus, Marsippospermum etc. ausfallen. Es lassen sich zwei Gesellschaften unterscheiden:

- Aster vahlii-Gesellschaft
- Carex decidua-Gesellschaft

Die Aster vahlii-Gesellschaft hat sich in 1250 m Höhe, im unteren Abschnitt eines tief in die vulkanische Asche eingeschnittenen Erosionstales entwickelt. Von den Einhängen abfließendes Wasser durchnäßt den Talboden. Hier bildet Aster vahlii zusammen mit einer Reihe von anderen Arten, vor allem Zwergstrauchheiden, ausgedehnte Bestände.

Die Carex decidua-Gesellschaft säumt als ca. 1 m breiter Gürtel den Rand eines kleinen Kratersees. Vergleichbar der Aster vahlii-Ausbildung mit Carex gayana vom Vulkan Quetropillan, vermittelt auch diese Ausbildung einen Eindruck von den südchilenischen Großseggen-Beständen. ROIVAINEN (1954) erwähnt u.a. auch Carex decidua und Carex gayana in seinen Listen der feuerländischen Wiesenmoore. Es ist ein Hinweis darauf, daß beide Ausbildungen vermutlich den Seggen-Flachmoorgesellschaften näher stehen als den Quell- und Rieselflur-Ausbildungen des Caltha-Ourisia-Komplexes.

3.4.6 Subantarktisch-nordpatagonische Sommerwälder
(Nothofagetea pumilionis Oberd. 60 em)
(Nothofagetalia pumilionis-dombeyii Oberd. 60 em. Esk. 69)
(Lagenophoro-Nothofagion pumilionis Oberd. 60 em.)

Die charakteristische Waldgesellschaft zwischen 1000 und 1600 (1700) Höhenmetern ist im Untersuchungsgebiet der laubabwerfende Lenga- (Nothofagus pumilio) Wald. An seiner unteren Höhenverbreitungsgrenze wird er von mehr wärmeliebenden Waldgesellschaften der Wintero-Nothofagetea abgelöst, gegen die obere Waldgrenze verliert der durchschnittlich 25 m hohe Lenga-Wald kontinuierlich an Höhe, bis er in etwa 1600 bis 1700 m nur noch kniehoch wächst. Wald- und Baumgrenze sind in diesem Fall identisch. Darüber schließt sich dann die Region der andinen Rasen- und Zwergstrauchgesellschaften an, die ihrerseits in der hochandinen bzw. subnivalen Stufe von Polsterpflanzengesellschaften abgelöst wird.

Der andine Lenga-Wald, schreibt OBERDORFER (1960), erinnert lebhaft an montane Buchenwälder des gemäßigten Europa und ist wie diese wenig stufig und fast einschichtig aufgebaut. Pflanzensoziologisch-systematisch faßte OBERDORFER die andinen Fallaubwälder (mit N. pumilio und N. antarctica) in der Klasse Nothofagetea pumilionis-antarcticae zusammen. Aus verschiedenen Gründen, die in Kap. 5.5 ausgeführt werden sollen, konnte der OBERDORFERschen systematischen Gliederung nicht gefolgt werden.

Häufige und charakteristische Arten der Nothofagetea pumilionis sind der zwergwüchsige Rubus geoides, die schneeweißblühende Glöckchen-Orchis Codonorchis lessonii, die unscheinbare Lagenophora hirsuta mit ihren zart-rosafarbenen Blüten sowie die rosettenbildenden, unterseits weißfilzigen Adenocaulon chilense und Macrachaenium gracile. Erstere ähnelt im Blatthabitus der heimischen Primula elatior, letztere eher dem schlitzblättrigen Löwenzahn. Die dünnen, etwa 30 bis 60 cm langen Blütenstengel sind bei Adenocaulon chilense schwarz drüsig behaart und tragen mehrere langgestielte Blüten, dagegen schließt der gleichhohe, filzig behaarte Macrachaenium-Stengel mit nur einer weißfarbenen Blüte ab.

In der artenreichen Strauchschicht sind es besonders die 3 bis 8 m hohen Riesengräser der Gattung Chusquea (Ch. culeou, Ch. tenuiflora), die einen markanten Gegensatz zum vertrauten Bild mitteleuropäischer Buchenwälder darstellen. Nicht weniger auffallend ist die etwa einein-

halbmeterhohe immergrüne Drimys winteri var. andina (Winteraceae). Oberseits erscheinen ihre ledrigen, ovalen Blätter dunkelgrün lackiert, unterseits schneeweiß bepudert. Wo die Art wächst, dienen durch Abknikken der Zweige ihre hellen Unterseiten als Wegweiser im sonst weglosen Gelände.

Weitere häufige Arten der Strauchschicht sind: Maytenus disticha (Celastraceae), Ribes magellanicum, die rosablühende, weigelienähnliche Escallonia alpina (Escaloniaceae) und Pernettya poeppigii (Ericaceae).

Die Höhenverbreitung für Drimys winteri var. andina zwischen 900 und 1250 m erlaubt es, die Lenga-Waldzone noch in eine untere mit Drimys winteri var. andina und eine obere "typische" Höhenstufe ohne Drimys zu untergliedern.

Lediglich für den Antillanca liegen genügend Aufnahmen vor, um eine soziologische Klassifizierung vornehmen zu können. Da dies für die Wälder der übrigen Vulkane nicht der Fall ist, soll für sie eine kurze Beschreibung genügen, ohne sie systematisch näher zu fassen.

3.4.6.1 Der Zwergseggen-Lenga-Wald am Vulkan Antillanca Tabelle 7
Carici-Nothofagetum pumilionis ass.nov.prov.

Die laubabwerfenden Waldgesellschaften der Lenga bedecken die Flanken des Vulkans Antillanca zwischen 1000 und etwa 1400 m. In diesem Höhenbereich zeigen die Lenga-Bestände ihre optimale Entwicklung. Die Waldbestände, denen in dieser Höhe noch vereinzelt die immergrüne Nothofagus betuloides beigemischt ist, sind strauch- und krautreich und erreichen durchschnittlich 20 bis 25 m Höhe. Besonders deutlich wird diese Baumartenmischung einerseits im Herbst, wo dunkelgrüne Nothofagus betuloides-Kronen wie Sprenkel im orangerot gefärbten Lengalaub erscheinen. In der Tab. 7 werden die lückigen Bestände des sogenannten "Krummholzgürtels", dessen Breite aufgrund edaphischer Gegebenheiten selten 5 bis 10 (30) m überschreitet, durch viele Arten der Quinchamalio-Pernettyetea aufgefüllt, die in einigen Ausbildungen trockene bzw. felsige Wuchsorte kennzeichnen.

Untersuchungen zur Dynamik dieser Wälder zeigten, daß die Bambusaceae Chusquea tenuiflora immergrüne Südbuchenbestände gegenüber den sommergrünen bevorzugt (VEBLEN et al. 1977) Als mögliche Erklärung wurde ihre Unverträglichkeit von Schneedruck angegeben. Die starke Bevorzugung ganzjährig belaubter Waldgesellschaften kommt auch in Tab. 7 zum Ausdruck.

Die bisher beschriebenen Assoziationen aus der montanen bzw. hochmontanen Lenga-Stufe, Anemono-Nothofagetum Oberd. 60 (Vulkan Quetropillan) und Senecioni-Nothofagetum Vill. 80 (Parque Nacional Vicente Perez Rosales), entsprechen in ihren Charakterarten und teilweise auch in der Begleitflora nicht den Waldgesellschaften des Vulkans Antillanca; dies führte zur Bildung einer neuen, vorläufig noch provisorisch gefaßten Assoziation. Als Charakterart der Assoziation gilt die Zwergsegge Carex minutissima. Diese Wahl mag im Tabellenbild den Anschein von Willkür erwecken. Es ist jedoch zu berücksichtigen, daß sie vor allem in den am weitesten entwickelten Alt-Lenga-Beständen vorkommt, so daß mit fortschreitender Entwicklung der unreifen Bestände wohl auch eine großräumigere Verbreitung einsetzt, was die Aufstellung der Assoziation bestätigen würde. Entsprechend abnehmender Bodenreife und zunehmender Trockenheit sollen im folgenden die Ausbildungen des Carici-Nothofagetum behandelt werden.

Valeriana lapathifolia-Ausbildung

Die 60 bis 80 (100) cm hohe großblättrige Staude Valeriana lapathifolia kennzeichnet lichtdurchflutete Altlengabestände auf meist steilen, 28 bis 32 Grad geneigten Hängen. Die Strauchschicht ist meist entwickelt und besteht überwiegend aus kleinwüchsigen Arten (Maytenus disticha, Berberis buxifolia var. andina, Drimys winteri var. andina). Dichte, geschlossene Strauchgruppen fehlen. In der Krautschicht findet man Rubus geoides, Viola reichei, Lagenophera hirsuta, Macrachaenium gracile, Andenocaulon chilense und auch die AC Carex minutissima, mit ihren filigranen, ca. 20 cm langen Blättern und einem endständigen, wenigblütigen Ährchen.

Macrachaenium gracile-Ausbildung

Diese Ausbildung kennzeichnet ausgesprochen einschichtige, etwa 25 m hohe Südbuchenhallenbestände auf schwach bis mäßig geneigten Standorten. In solchen unterwuchsarmen Beständen tritt die rosettenbildende Macrachaenium gracile auf. Die Bestände dieser Ausbildung erinnern entfernt an die strauch- und krautarmen Luzulo-Fageten, obgleich sich unter dem geschlossenen Südbuchenschirm einzelne Drimys winteri-Gebüschgruppen ausgebreitet haben. Innerhalb der Ausbildung könnte man noch eine Untereinheit mit Pernettya pumila im Bereich des Waldrandes ausscheiden, wo sie aufgrund des vermehrten Seitenlichtgenusses einen ca. 10 bis 20 Meter breiten Streifen einnimmt.

Reine Ausbildung

Diese Ausbildung vereinigt Waldbestände durchschnittlicher Standortsqualität. Sie enthält neben seinen Lenga-Beständen auch einige Büsche mit Nothofagus antarctica "Ñire", die ansonsten aber auf den trockeneren Flügel des Zwergseggen-Lenga-Waldes beschränkt bleibt.

Die Bestände der Reinen Ausbildung enthalten neben vielen Kennarten der Nothofagetea pumilionis auch eine größere Zahl von Arten der angrenzenden Quinchamalio-Pernettyetea (Pernettya pumila, Perezia pedicularifolia, Acaena microcephala, Senecio triodon). Die starke Beschattung des Bodens und das daran gekoppelte, feuchtere Bestandesinnenklima werden durch das Auftreten von Gunnera magellanica und zugleich das auffällige Zurücktreten verschiedener, lichtbedürftiger Zwergsträucher (Empetrum rubrum, P. poeppigii) und Gräser (Hierochloe juncifolia) angezeigt. Ein Teil der Reinen Ausbildung kann noch in ein orchideenreiches (mit Codonorchis lessonii) und in ein orchideenloses Baumholz gegliedert werden.

Embothrium coccineum-Ausbildung

Auf stärker geneigten, von grober Asche bedeckten Standorten oder auf anstehendem Lavagestein entwickeln sich Embothrium-reiche Zwergseggen-Lengawälder, für die ein offener bis lückiger Bestandesaufbau charakteristisch ist.

In diesen Wäldern bestimmen verschiedene Ericaceen-Sträucher (Empetrum rubrum, Pernettya poeppigii) die Physiognomie der Waldgesellschaft. Auf diesen trockenen Standorten entwickelt sich die Gesellschaft vermutlich aus der Embothrium coccineum-Ausbildung des Erigeroni-Pernettyetum, so daß noch zunächst einige Arten der Steinschuttgesellschaften (Senecionetea bipontinii) vertreten sind. Es können drei Untereinheiten unterschieden werden:

Embothrium-Ausbildung mit Myrteola barneoudii

Die Ausbildung kennzeichnet die am stärksten durch Bodenrutschungen gestörten Lenga-Bestände auf grobaschigen Standorten. Diese ist vergleichbar dem Erigeroni-Pernettyetum typicum aber mit einer höheren Baumartenbeteiligung.

Embothrium-Ausbildung mit Myrteola barneoudii und Baccharis magellanica

Auf flachgründigen Böden über anstehendem Lavagestein stocken die lükkigen Bestände dieser Ausbildung. Da die Standorte nicht durch Aschenfließen gestört werden, entwickeln sich auch anspruchsvollere Arten der Zwergstrauchheiden (Baccharis magellanica,Pernettya pumila var. leucocarpa, Adesmia retusa, Tapeinia pumila, Cladonia gracilis).

Embothrium-Ausbildung mit Baccharis magellanica

In der Embothrium-Ausbildung mit Baccharis magellanica ist die Substratfestigung im Vergleich zu den beiden übrigen Untereinheiten am weitesten fortgeschritten und Myrteola barneoudii, vermutlich auch aufgrund verschlechterter Lichtbedingungen, nicht mehr vertreten.

Chusquea tenuiflora-Ausbildung

Die Chusquea tenuiflora-Ausbildung bevorzugt vor allem die geschlossenen Bestände der immergrünen Südbuche Nothofagus betuloides, die FORSTER (zit. n. GRISEBACH 1884) wegen ihrer geringen Blattgröße für eine Birke hielt.

Ein typisches Waldbild dieser Gesellschaft zeigt folgende Charakteristik: Unter der herrschenden, meist einschichtigen, 20 bis 25 m hohen, immergrünen Baumschicht breitet sich ein etwa 3 Meter hohes Bambus-Dikkicht aus, zwischen dem andere Pflanzen (Kräuter und Sträucher) nur spärlich wachsen. Wo die geschlossenen, immergrünen Bestände einerseits von der laubabwerfenden Lenga durchbrochen werden oder zum anderen stark aufgelichtet sind, verdrängen Sträucher wie z.B. Drimys winteri var. andina, Maytenus disticha und Ribes magellanicum den hohen Bambus.

Chusquea nigricans-Ausbildung

An den Wegrändern und auf Blockschutthängen bildet Chusquea nigricans, eine kleinwüchsige basal, stark verzweigte Bambusacee, geschlossene, etwa 1,5 Meter hohe Dickichte. Im Gegensatz zur Chusquea tenuiflora-Ausbildung, wo bei stellenweiser Verlichtung der immergrünen Waldbestände sich nur Straucharten ausbreiten, wachsen in den relativ offenen Ch. nigricans Dickichten eine Reihe verschiedenster Arten der Quinchamalio-Pernettyetea.

3.4.6.2 Die Wälder der übrigen Teiluntersuchungsgebiete

Vergleicht man die Aufnahmen vom Antillanca mit denen der übrigen Vulkane, so ist leicht festzustellen, daß es sich bei letzteren um artenärmere Bestände handelt, in denen die Kennarten der andinen Zwergstrauchheiden bzw. Grasgesellschaften fast gänzlich ausfallen. Die Wald- bzw. Krummholzbestände vermitteln auch nicht den typischen Charakter der Nothofagetea pumilionis, da die Aufnahmen i.d.R. aus der Übergangszone zwischen Wald-/Gebüsch- bzw. Wald-/Zwergstrauch-Gesellschaften stammen. Sie sollen aus diesem Grunde nur kurz beschrieben, aber nicht systematisch eingeordnet werden, da hierfür umfangreicheres Material notwendig wäre. Der Krummholzgürtel des Cerro Riggi besteht in der ersten Strauchschicht ausschließlich aus Lenga (Nothofagus pumilio), darunter in der etwa 1,0 m hohen, zweiten Strauchschicht gedeihen Ribes magellanicum, Maytenus disticha, Pernettya poeppigii und die Ilex-ähnliche Berberis serrato-dentata. Die Krautschicht besteht nur aus wenigen, charakteristischen Lenga-Waldarten (Rubus geoides, Lagenophora hirsuta, Viola reichei), die nur etwa 5 bis 15 % Bodendeckung besitzen.

Cerro Riggi

Am Cerro Riggi ist der langsame Übergang von hochwüchsigen, bis zu kniehohen Beständen (in ca. 1650 m Höhe) der Lenga eindrucksvoll nachvollziehbar. Von Ñire (N. antarctica) wurden nur zwei zwergwüchsige Exemplare in einer von Quellwasser durchzogenen Kaltluftrinne gefunden.

Vulkan Osorno

Die Aufnahme vom Vulkan Osorno kennzeichnet den immergrünen, artenarmen valdivianischen Regenwald-Typ der Höhenstufe zwischen 900 und 1000 m, in der bereits die Nadelhölzer (Saxegothea conspicua, Podocarpus nubigenus) stark zurückgehen bzw. gänzlich ausfallen. Die Strauchschicht wird ebenfalls von Arten des Lorbeerwaldes Desfontainea spinosa oder von solchen der unteren Lenga-Stufe gebildet (Berberis linearifolia, Drimys winteri var. andina).

Vulkan Mocho-Choshuenco

Bis auf eine Aufnahme (Nr. 120) entstammen alle weiteren dem nach der Beweidung entstandenen Waldmantel. Auf die Auswirkungen der Beweidung wurde bereits bei der Besprechung der Festuca-Grasgesellschaften (Kap. 3.4.4.2) eingegangen. Der neu entstandene "Krummholzgürtel" enthält fast keine eigentlichen Wald-Charakterarten. Dagegen sind einzelne Festuca-Horste und Cortaderia pilosa-Bestände noch immer in der Krautschicht vorherrschend.

Vulkan Quetropillan

Zwei Aufnahmen aus dem Krummholzgürtel des Quetropillan zeigen deutliche floristische Gemeinsamkeiten mit den Beständen der übrigen Vulkane. Die Strauchschicht ist ähnlich wie am Cerro Riggi nur spärlich ausgebildet und besteht wie jene aus Maytenus disticha, Escallonia alpina, Ribes magellanicum und Berberis serrato-dentata. In der Krautschicht bedecken die wichtigsten Charakterarten der sommergrünen Fallaubwälder (Rubus geoides, Viola reichei und Platyneurum laticostatum) nur wenige Prozent der Bodenoberfläche.

3.5 Frequenz-Analyse im Krater Colorado - Vulkan Antillanca

Absicht der Frequenz-Analyse war es, den kleinräumigen Vegetationswechsel der Senken-, Hang- und Kuppenstandorte im Zentrum des Kraters Colorado darzustellen, der als topographischer Gesellschaftskomplex kartiert wurde. Damit verbunden war gleichzeitig die Aufdeckung schmaler Übergangsbereiche zwischen den Vegetationseinheiten. Die Ausrichtung des 21 m langen und 1 m breiten Transekts erfolgte in Ost-West-Richtung (s. dazu auch Kap. 3.3 Frequenz-Analyse). Seine Endpunkte lagen auf zwei benachbarten Kuppen, wobei die westlich gelegene 6 m und die östliche 3 m höher lag als der Senkengrund (Abb. 8, im Anhang).

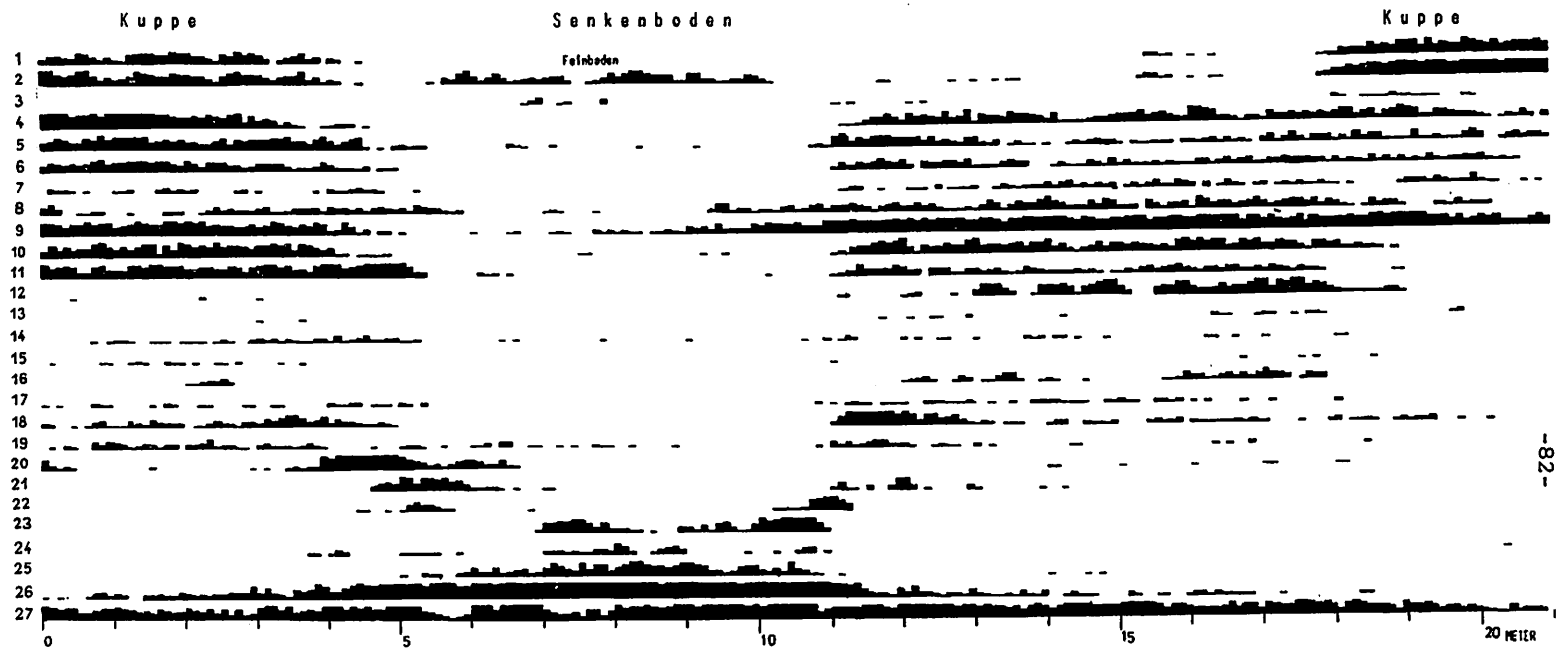
Die Neigungen der Einhänge zur Senke betrugen 10 bis 15 Grad (Ost-Kuppe) und 20 bis 25 Grad (West-Kuppe). Der Krater selbst weist an seiner Westseite einen breiten Einschnitt auf, welcher den überwiegend aus Westen wehenden Winden ungehindert Zutritt zum Kraterinnern gewährt.

Abb. 9 zeigt die graphische Auswertung der Frequenz-Analyse. Derart klare Vegetationszonierungen, wie sie hier auftreten, spiegeln stets einen ausgeprägten ökologischen Gradienten wider. Dieser entspricht im vorliegenden Fall den unterschiedlichen Böden von Senke (Sandboden) und Kuppe (Schlacke, anstehendes Lavagestein), einer verlängerten Schneebedeckung (Senkenboden, Schatthang der West-Kuppe) sowie langfristigen Überstauungen des Senkenbodens nach heftigen Regenfällen. Fröste können bei entsprechender Südwindströmung während der gesamten Vegetationsperiode vor allem am Senkenboden auftreten.

Demnach kommen für die Vegetationsdifferenzierung mehrere Faktoren in Betracht, die vermutlich erst in ihrer Kombinationswirkung das Konkurrenzverhalten der Arten beeinflussen und so innerhalb eines kontinuierlichen Standortsgradienten den scharfen Grenzverlauf zwischen den einzelnen Vegetationszonen bewirken.

In der Folge soll versucht werden, die beobachteten Vegetationsdifferenzierungen mit den verschiedenen Standortsfaktoren in Zusammenhang zu bringen. Die Besprechung der einzelnen Vegetationszonen erfolgt von der Ost- zur höher gelegenen West-Kuppe.

Eine erste deutliche Grenze verläuft bei der 4-m-Marke, wo gleichzeitig die Frequenz mehrerer Arten (Dicranella costata (1), Stereocaulon volcanicum (4), Lucila nivea (10) u.a.) wechselt. Bis zu dieser Grenze entspricht der Abschnitt der Reinen Ausbildung des Tapeinietum pumilae. Ihr Vorkommen verdankt die Ausbildung vermutlich dem windgeschützten, feinsandreicheren Standort.



Artnummern:

1 Dicranella costata
2 Asche und Feinboden
3 Polytrichum spec.
4 Stereocaulon volcanicum
5 Senecio trifurcatus
6 Quinchamalium chilense
7 Lycopodium magellanicum
8 Stereocaulon implexum
9 Pernettya pumila
10 Lucilia nivea
11 Tapeinia pumila
12 Empetrum rubrum
13 Hieracium antarcticum
14 Hypochoeris arenaria
15 Sisyrinchium arenarium
16 Baccharis magellanica
17 Perezia pedicul arifolia
18 Senecio triodon
19 Agrostis phillippiana
20 Pernettya pumila var. leucocarpa
21 Cladonia gracilis
22 Acaena microcephala
23 Cladonia pyxidata
24 Azorella incisa
25 Platyneurum laticostatum
26 Danthonia aff. andina
27 Rhacomitrium willii/Rh. lanuginosum

Abb. 9 Graphische Darstellung der Frequenz-Analyse.

Mit fortschreitender Annäherung an den Senkengrund nehmen Feinerde, Dauer der Schneebedeckung, Fröste und Häufigkeit von Überstauungen zu. Diesem jahreszeitlich wechselnd zusammengesetzten Faktorenkomplex entsprechen auch die gegen den Senkengrund in rascher Folge (zwischen der 4- und 6-m-Marke) sich ablösenden, schmalen Vegetationssäume von Pernettya pumila var. leucocorpa (20, wechselfeuchte Zone) Cladonia gracilis (21) und Acaena microcephala (22). Den eigentlichen Senkenboden (von der 6 bis etwa zur 11-m-Marke) füllen dann im wesentlichen nur noch Danthonia aff. andina (26), Platyneurum laticostatum (25), vegetationsloser Feinboden und Cladonia pyxidata (23) aus; dieser Abschnitt entspricht pflanzensoziologisch-systematisch der Danthonia-Fazies des Tapeinietum pumilae.

Erst die Frequenz-Analyse zeigt, daß der Senkenboden an seinem Außenrand noch von einem schmalen Cladonia pyxidata-Saum (7 bis 8-m-Marke und 10 bis 11-m-Marke) eingefaßt wird. Anzunehmen ist, daß dieser Bereich selbst bei geringen Niederschlägen bereits von Grund- bzw. Stauwasser beeinflußt wird.

Wesentlich schärfer als im flacheren Ostteil des Transekts finden sich die Vegetationsgrenzen im steileren Westteil ausgeprägt. Deutliche Grenzen verlaufen bei der 11-m(Acaena microcephala, 22)-, 13-m (Senecio triodon, 18)- und 18-m-Marke (Empetrum rubrum, 12).

Erst oberhalb der 11-m-Marke, wo Stauwasser und Fröste nicht mehr so häufig auftreten, erscheinen schlagartig u.a. polsterbildende Arten wie Tapeinia pumila und Lucilia nivea. Die nächste Grenze fällt etwa mit der 13-m-Marke zusammen, wo der bis dahin häufige Senecio triodon (18) deutlich an Frequenz einbüßt und sich Empetrum rubrum (12) unvermittelt ausbreitet. Stauwasser sowie Frost als einflußnehmende Faktoren spielen wohl nur noch eine untergeordnete Rolle. Vermutlich unterbindet in diesem Bereich des Schatthanges eine länger anhaltende Schneedecke den Zwergstrauchwuchs.

Ab der 13-m-Marke geht dann die Länge der Schneebedeckung zurück, und Zwergsträucher (Empetrum rubrum) stellen sich vermehrt ein.

Gegen die 18-m-Marke gewinnt der Windeinfluß recht unvermittelt an Bedeutung. Die empfindlicheren Tapeinia pumila, Lucilia nivea und Empetrum rubrum treten rasch zurück. Die windgefegte, fast vegetationslose Kuppe nehmen vor allem die windharte Dicranella costata und einzelne Exemplare von Pernettya pumila ein; dieser Abschnitt entspricht der Reinen Ausbildung des Dicranello-Pernettyetum.

Abschließend kann gesagt werden, daß mittels der Frequenz-Analyse die kleinräumige Nachbarschaft der im topographischen Gesellschaftskomplex zusammengefaßten Einheiten (Reine Ausbildung und Danthonia-Fazies des Tapeinietum pumilae, sowie Reine Ausbildung des Dicranello-Pernettyetum) differenzierter dargestellt und analysiert werden konnten, als dies mit den Methoden von Vegetationsaufnahme und Kartierung möglich gewesen wäre. So zeigte sich, daß der Übergangsbereich zum Senkenboden aus einer Sequenz schmaler Vegetationssäume, sog. "ecotones", besteht, welche bei den Vegetationsaufnahmen wegen ihrer nur geringen Flächenbeanspruchung unberücksichtigt geblieben waren.

4 Bodenkundliche Untersuchungen zur ökologischen Charakterisierung der Pflanzengesellschaften am Vulkan Antillanca

Die bodenkundliche Kennzeichnung der Standorte im Anschluß an die Beschreibung der Pflanzengesellschaften entspricht ganz dem Vorgehen während der Geländearbeiten. Aus den kartenmäßig abgegrenzten Pflanzengemeinschaften (=Ausbildungen) wurden nachträglich Bodenproben genommen, um zu prüfen, ob sich diese hinsichtlich einiger wichtiger bodenkundlicher Parameter unterscheiden (Tab. 3).

Parameter		"Polster"	"Heide"	"Igelrasen"
Skelett	%	44 - 76	6 - 82	7 - 66
Grobsand	%	21 - 42	11 - 48	21 - 58
Feinsand	%	2 - 11	3 - 29	7 - 23
Schluff	%	1 - 3		
Ton	%	0.02 - 0.2	0.1 - 3.0	0.2 - 6.0
Gesamtporenvolumen	%	50 - 62	58 - 88	68 - 82
Grobporen > 50 µ	%	71 - 77	31 - 78	23 - 82
Grobporen 50-10 µ	%	5 - 9	2 - 18	5 - 12
Mittelp. 10-0.2 µ	%	3 - 14	1 - 28	10 - 41
Feinporen < 0.2 µ	%	7 - 14	9 - 48	10 - 48
C-Gehalt	mg/g	0.1 - 0.5	0.8 - 15	2 - 9
N-Gehalt	mg/g	0.02 - 0.04	0.05 - 0.7	0.1 - 0.6
pH (H_2O)		5.8 - 6.6	5.1 - 6.2	5.4 - 5.8

Tab. 3 Schwankungsbereich der analysierten Bodenkennwerte bei den drei Gesellschaftsgruppen.

4.1 Methoden der bodenkundlichen Untersuchungen

4.1.1 Probennahme

Probenauswahl

Aus arbeitstechnischen Gründen war es nicht möglich,die Standorte aller ausgeschiedenen Pflanzengesellschaften auch bodenkundlich zu analysieren. Es wurden daher nur 14 charakteristische Ausbildungen berücksichtigt. Bei der Auswahl der Probeflächen schien es sinnvoll, für die drei Zwergstrauch-Assoziationen Dicranello-Pernettyetum, Erigeroni-Pernettyetum, Tapeinietum pumilae und für das Nassauvietum revolutae (Steinschuttgesellschaft) ihr jeweiliges Ausbildungsspektrum möglichst vollständig zu erfassen, um auch standörtliche Übergänge verschiedener Sukzessionsstadien aufzudecken. In einem floristisch und standörtlich möglichst homogenen Geländeabschnitt jeder der untersuchten Pflanzengesellschaften wurden die Proben entnommen.

Entnahmetiefe

Die Entnahme der Proben beschränkte sich auf die intensiv durchwurzelten oberen 15 cm des Solums. Bei der Mehrzahl der Pflanzenbestände war es darüberhinaus unmöglich, die Probenzylinder durch die immer gröberen Aschen bzw. Schlacken noch tiefer hineinzutreiben.

Probenzahl

Je Ausbildung wurden insgesamt 9 Stichproben genommen, die sich wie folgt untergliedern:

3 x 1-Liter-Zylinder für die Ermittlung der Korngrößenverteilung
3 x 400 ccm-Zylinder für Porenvolumen- und Saugspannungsbestimmungen
3 Proben für die chemische Analyse

4.1.2 Bodenphysikalische Analysen

Korngrößenverteilung

Für die Korngrößenverteilung wurde der Inhalt eines 1-Liter Zylinders zunächst bei 60 Grad C getrocknet, anschließend gesiebt und der Skelettanteil bestimmt. Die weitere Behandlung der Fraktion < 2 mm entspricht der von SCHLICHTING und BLUME (1966) angegebenen Methode.

Die einzelnen Bodenfraktionen wurden wie folgt eingeteilt:

> 2,0 / 2-0,2 / 0,2-0,063 / 0,063-0,02 / 0,02-0,002/ 0,002 mm <

Saugspannung und Porenvolumen

Für die Bestimmung des Porenvolumens und der Wassergehalte bei unterschiedlichen Saugspannungen wurden die Bodenproben in Zylindern mit 400 ccm Inhalt wassergesättigt und dann in einem Unterdruckgefäß folgenden Saugspannungen ausgesetzt: pF 1.8, 2.5 und 4.2. Daraus ergaben sich die Porengrößenklassenverteilung sowie die Werte für die nutzbare Wasserkapazität.

4.1.3 Bodenchemische Analysen

Bodenreaktion (pH)

Die Bodenreaktion des obersten Horizonts wurde in dest. H_2O und 0,1 N KCl mit einem pH-Meter gemessen.

Kohlenstoff

Der organische Kohlenstoff wurde durch naßchemische Oxidation mit Kaliumdichromat und Schwefelsäure bestimmt (RIEHM und ULRICH, 1954).

Stickstoff

Der Gesamtstickstoff wurde nach Kjeldahl ermittelt (vgl. SCHLICHTING und BLUME, 1966).

4.1.4 Statistische Auswertung

Für die statistische Auswertung der bodenkundlichen Analysenwerte wurde die Diskriminanzanalyse verwendet (BMDP7M).

Dieses Auswertungsverfahren wählt aus einer Reihe gemessener Parameter (Variable) eine oder mehrere aus, mit deren Hilfe sich eine vorgegebene Gruppeneinteilung bestmöglich erklären läßt.

4.2 Ergebnisse

Wegen der geringen Stichprobenzahl waren die Unterschiede zwischen den Ausbildungen einer Assoziation statistisch nicht abzusichern. Für die Diskriminanzanalyse wurden daher die 14 Entnahmeorte (=Ausbildungen von Pflanzengesellschaften) drei physiognomisch und soziologisch definierten Gruppen zugeordnet (Tab. 4).

Probe Nr.	"Polster"-Gesellschaften	Probe Nr.	"Heide"-Gesellschaften	Probe Nr.	"Igelrasen"-Gesellschaften
	Nassauvietum revolutae		Dicranello-Pernettyetum		Tapeinietum pumilae
2	Reine Ausbildung	6	Reine Ausbildung	18	Reine Senecio chionophilus Ausbildung
4	Reine Nassauvia-Ausb. mit Senecio bipontinii		Erigeroni-Pernettyetum typicum	19	Tribeles-Fazies
		7	Pernettya poeppigii-Ausb. mit Acaena pinnatifida	20	Reine Tribeles-Ausbildung
		8	Pernettya poeppigii-Ausb. mit Nothofagus pumilio		
		10	Reine Ausbildung		
			Erigeroni-Pernettyetum cortaderietosum		
		12	Gunnera-Ausb. mit Tapeinia		
		13	Reine Gunnera-Ausbildung		
		15	Baccharis magellanica-Ausb. des Escallonietum		
		16	Blechnum-Ausbildung der Schildfarnflur		
		17	Embothrium-Ausbildung mit Tapeinia		

Tab. 4 Verteilung der einzelnen Ausbildungen auf die drei diskriminanzanalytisch bearbeiteten Gruppen.

Von den bodenkundlichen Variablen erwiesen sich drei als gesellschaftsdiskriminierend:

Gesamtporenvolumen (GPV)
Org. Kohlenstoff (C)
Feinsandanteil (FSand)

Mit Hilfe der aus der Diskriminanzanalyse berechneten, normierten Trennfunktion:

X-Koordinate = -0,10243xGPV -0,53468xC +0,17596xFSand +9,6845

Y-Koordinate = -0,1855xGPV +0,05855xC +0,06292xFSand +11,97692

konnten insgesamt 85 % der Stichproben einer der drei Gruppen richtig zugeordnet werden.

Die Berechnung des X - und Y-Wertes für den in Abb. 10 eingetragenen Koordinatenschnittpunkt I (=$\bar{x}$ der Gruppe "Igelrasen"), zeigt das folgende Beispiel:

x = -0,10243x75,31 -0,53468x5,257 +0,17596x16,13 -5,96845

x = 1,77

Y = -0,1855x75,31 +0,05855x5,257 +0,06292x16,13 +11,97692

Y = -0,67

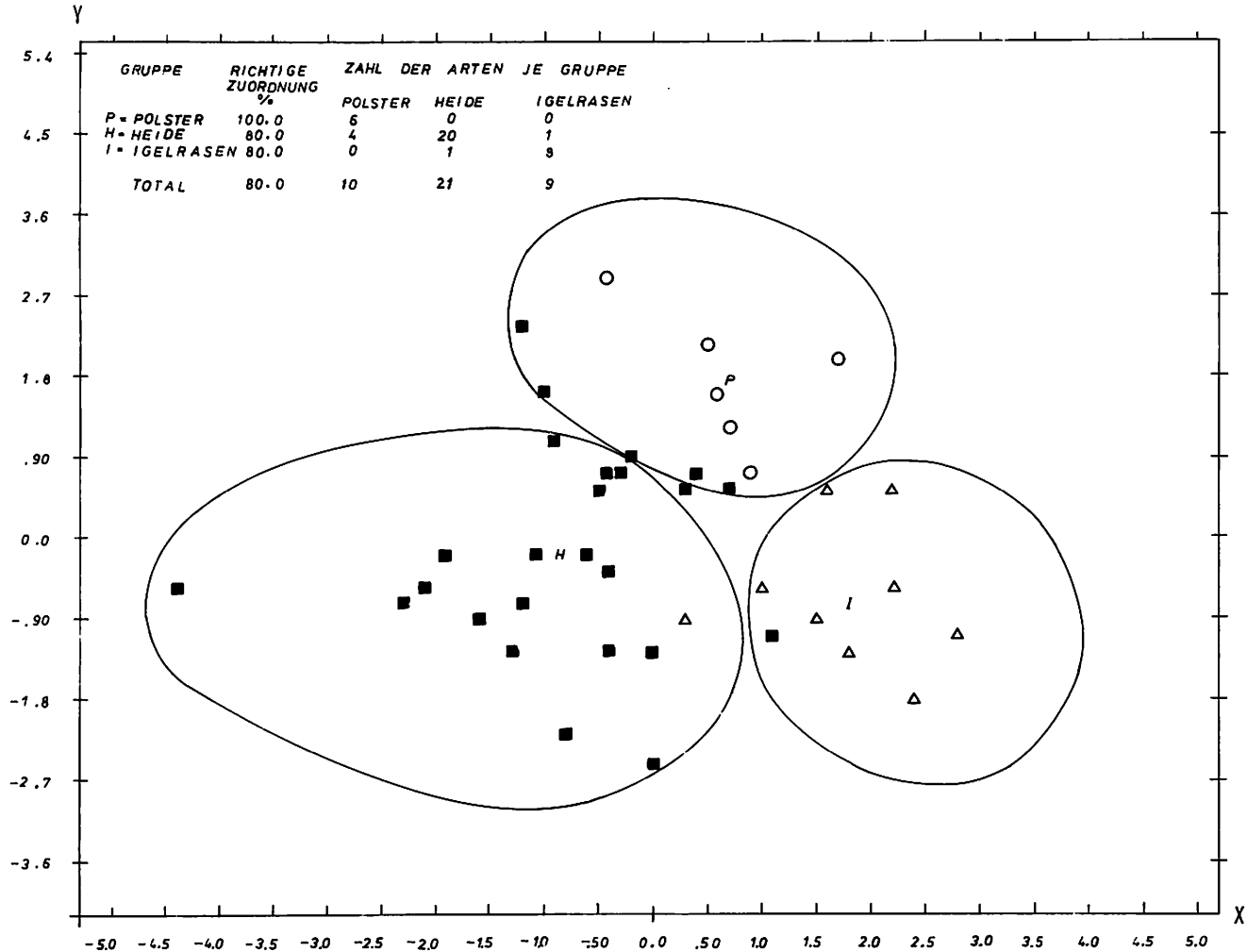


Abb. 10 Rechnerische Ordination der Einzelstichproben

Abb. 10 läßt erkennen, daß die Trennschärfe der rechnerisch ausgewählten Variablen befriedigend ist. Die Zuordnung der Stichproben zu ökologischen Gruppen sowie deren Abgrenzung wurde vom Rechner ermittelt. In der Abb. 10 sieht man, daß im Übergangsbereich einige Stichproben umgruppiert wurden. Korrigiert wurde die Zuordnung einzelner Stichproben aus der Gruppe "Heide" und einer Probefläche der Gruppe "Igelrasen". Hier schien zunächst die ökologische Ordination von der pflanzensoziologisch-systematischen Klassifikation abzuweichen. Allerdings repräsentieren die vier der Gruppe "Polster" ökologisch zugeordneten Stichproben aus der Gruppe "Heide" den artenarmen Flügel des zwergwüchsigen Dicranello-Pernettyetum; dieses stellt diejenige Zwergstrauch-Assoziation dar, welche floristisch zu den polsterbildenden Steinschuttgesellschaften überleitet. In Abb. 11 sind die Mittelwerte der drei Trennvariablen aufgeführt.

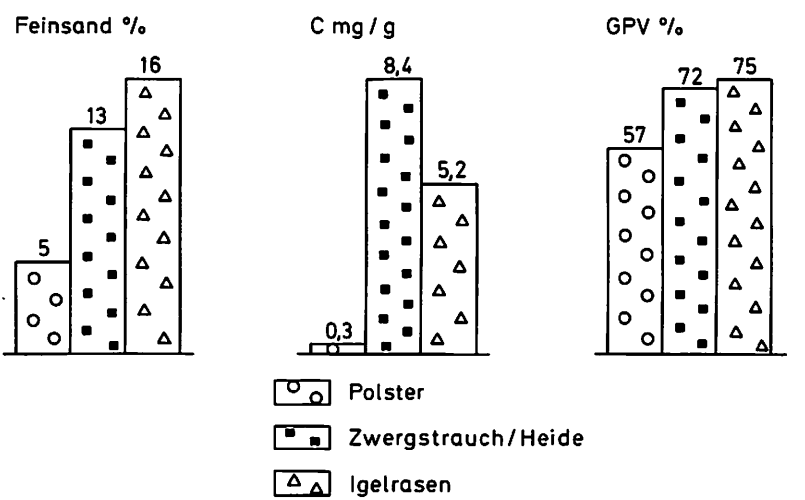


Abb. 11 Graphische Darstellung der Mittelwerte der drei Trenn-Variablen.

Das GPV liegt für die ökologisch definierten "Polster" bei 57 %, wogegen in den beiden anderen Gruppen 70 bis 75 % erreicht werden. Die Streuung der GPV-Werte (s. Tab. Anhang),ausgedrückt als Variationskoeffizient, liegt im Bereich von 6 bis 13 % des Mittelwertes. Bei den übrigen Variablen bewegt er sich zwischen 20 und 60 %. Der Anteil der schnell dränenden Grobporen am GPV verhält sich gerade entgegengesetzt; er erreicht bei den "Polstern" ca. 75 %, wogegen er bei der "Heide"- und "Igelrasen"-Gruppe nur 53 % erreicht. Die Mittelwerte der langsam dränenden Grobporen- (rd. 7 %) und Mittelporen-(8 bis 13 %)anteile unterscheiden sich nicht nach Gruppen. Der Feinporenanteil dagegen schwankt zwischen 9 % ("Polster") und 24 bis 26 % ("Heide" und "Igelrasen").

Die Kohlenstoff- und Stickstoffgehalte übersteigen bei den "Polstern" gerade die Nachweisgrenze (0,3 C und 0,03 N mg/g). Die höchsten C-Gehalte (8,4 mg/g) zeigt die "Heide"-Gruppe, die höchsten N-Gehalte wurden mit 0,34 bzw. 0,26 mg/g in den Ausbildungen der "Heide"- und "Igelrasen"-Gruppe beobachtet. Das niedrigste C/N Verhältnis besitzen die "Polster" mit 8, das höchste dagegen die "Heide"-Gruppe mit 29.

Der Feinsand-Anteil steigt von den "Polstern" (5%) auf 13 bzw. 16% in den Gruppen "Heide" bzw. "Igelrasen". Umgekehrt fällt der Skelett-Anteil von 62 % auf 42 bis 30 %. Die Grobsandanteile unterscheiden sich kaum (30 % bei "Polster", 33 bis 41 % bei den übrigen). Der Schluff- bzw. Tongehalt liegt unter "Polstern" bei 1,8 bzw. 0,1 % im Vergleich zu den übrigen Gruppen (9 bis 11 % Schluff und rd. 1% Ton).

Der Anteil des pflanzenverfügbaren Wassers insgesamt (Saugspannungsbereich pF 1,8 bis pF 4,2) liegt für "Polster" bei 9, für die anderen Gruppen bei 16 Vol.%. Die in den Mittelporen gebundene Wassermenge (pF 2,5 bis pF 4,2) beträgt dagegen bei den "Polstern" nur 4 % und steigt auf etwa 10 % bei den übrigen Gruppen.

4.3 Diskussion

Kritische Beurteilung der Ergebnisse

Das Ergebnis der Diskriminanzanalyse bestätigt in einer zunächst nicht erwarteten Klarheit die vorgenommene Gruppeneinteilung. Als positiv kann dabei die Tatsache bewertet werden, daß im Falle jener sechs

Stichproben, die rechnerisch neu zugeordnet wurden, diese Klassifikation sich pflanzensoziologisch-systematisch erklären läßt, da es sich um Übergänge handelt. Dies belegt im übrigen, daß der floristischen Struktur größere ökologische Aussagekraft zukommt als der Physiognomie.

Standortscharakteristik

Die Böden unter "Polster"-Gemeinschaften können als sehr skelett- und grobporenreich sowie nährstoffarm beschrieben werden. Darüberhinaus legt die geringe nutzbare Wasserkapazität die Vermutung nahe, daß bereits durch kürzere Trockenperioden das pflanzenverfügbare Wasser rasch verbraucht sein wird. Die durchweg skeletthaltigen, grobporenreichen Aschenpakete erschweren zudem die Wasserversorgung der Pflanzenwurzeln wegen ihrer geringen Wasserleitfähigkeit.

Auf solchen Standorten wachsen demzufolge deutlich xeromorph gebaute Pflanzen, deren oberirdische Organe vorwiegend die für solche Bedingungen typische Kugelpolsterform zeigen. Weitere charakteristische Anpassungsmerkmale sind u.a. ein sukkulentes Wurzelsystem, feine Blattbehaarung als Transpirationsschutz sowie eine vorherrschend skleromorphe Blattstruktur.

Die Standorte der beiden anderen Vegetationsgruppen unterscheiden sich von jenen der "Polster" deutlich.

Ihr Gesamtporenvolumen (GPV) liegt in der Größenordnung von Anmoor-Böden, obschon sie fast reine Skelett- und Sandböden darstellen. Dies ist aber, wie in Kap. 2.4 bereits beschrieben wurde, ein allgemeines Charakteristikum von Böden vulkanischen Ursprungs, sofern sie humusreich sind.

Zunehmender Gehalt an organischer Substanz und kleineren Korngrößen (Schluff, Ton) im Boden führt zu einem Anstieg des GPV und zu einer beschränkten Porengrößenumverteilung. Die vorhandenen Grobporen werden dabei z.T. durch Mittel- und Feinporen ersetzt. Eine Folge davon ist, daß die nutzbare Wasserkapazität für die gleiche Horizonttiefe etwa doppelt so groß ist wie unter "Polstern".

Deshalb können sich mehr oder weniger geschlossene artenreichere Pflanzenbestände entwickeln. Zum anderen erniedrigt sich der pH-Wert wegen der erhöhten Anlieferung organischer Säuren im Vergleich zur "Polster"-Gruppe (pH 6.6) um eine Stufe (pH 5.4). Es ist denkbar, daß

dadurch die Phosphor-Verfügbarkeit verbessert wird (GREZ, 1977). Die Löslichkeit von Ca-Phosphaten ist im pH-Bereich 5 bis 6 optimal (SCHEFFER/SCHACHTSCHABEL, 1979).

Zwischen den "Heide"-Gesellschaften und den "Igelrasen" bestehen die Unterschiede weniger im GPV als in der Sand-Schluff- Komponente und im Kohlenstoff-Gehalt des Bodens. Unter "Igelrasen" wurde bei höherem Sand- und Schluffanteil und leicht erhöhter nutzbarer Wasserkapazität ein geringerer Kohlenstoff-Gehalt gemessen. Möglicherweise sind die Zwergstrauchausbildungen der "Heide"-Gruppe hinsichtlich der Nährstoffversorgung genügsamer als die "Igelrasen"; sie besiedeln daher die skelettreichen Böden. Für diese Annahme spräche die Tatsache, daß gerade die Ausbildungen des zwergwüchsigen Dicranello-Pernettyetum standortsökologisch den Steinschuttfluren ("Polster") am nächsten stehen. Der höhere C-Gehalt in der "Heide"-Gruppe könnte auf einer höheren Streuproduktion oder einer schlechter zersetzbaren harz- und ligninreichen Streu beruhen.

Abschließend läßt sich sagen, daß mit den hier untersuchten bodenkundlichen Parametern die pflanzensoziologisch-systematische Gesellschaftszuordnung auf Assoziationsebene klar bestätigt wurde. Um einzelne Ausbildungen derselben Assoziation bodenkundlich beschreiben und trennen zu können, bedarf es aber umfangreicheren Probematerials und der Analyse weiterer Bodeneigenschaften.

Aussicht

Im Rahmen dieser Arbeit war es nicht möglich, die pflanzenmorphologischen bzw. -physiologischen Aspekte genauer zu berücksichtigen. Möglicherweise besitzen die Polsterpflanzen sehr feine Wurzeln, mit denen sie das in den kleinsten Hohlräumen der Aschen verborgene Wasser aufspüren und aufnehmen können. Einzelbeobachtungen deuten zumindest darauf hin, daß verschiedene Arten wie Nassauvia revoluta, Adesmia retusa mit ihren makroskopisch noch erkennbaren Feinwurzeln tiefer in Hohlraumsysteme von Aschenbrocken vordringen können. Gerade dieser Vorgang wäre physiologisch von Bedeutung, da die Aschen insbesondere unter "Polstern" während längerer Trockenphasen zwar oberflächlich stark austrocknen, darunter aber feucht bleiben.

Aufgrund dieser Tatsache wird beispielsweise in den niederschlagsarmen Gebieten der Kanarischen Inseln die Bodenoberfläche der in großen Trögen wurzelnden Feigenbäume und Rebstöcke mit einer mehrere dm dicken Aschenschicht abgedeckt (KUNKEL, 1980). Der damit erzielte Effekt beruhte einerseits auf einer stark reduzierten Evaporationsrate und einem verbesserten Bodenklima, zum anderen in der "Schwammwirkung" der tagsüber stark erhitzten Aschen. An diesen kommt es im Laufe der Nacht aufgrund der starken Abkühlung zu Bildung von Kondenswasser, welches über Tropfen nach unten weitergeleitet wird. Das Auftreten solcher nächtlicher Tauniederschläge in den oberen 5 bis 15 cm der Aschendecke könnte neben der flachen Humus- und N-Anreicherung mit eine Erklärung für die vielfach nur oberflächlich streichenden Wurzelsysteme sein.

Inwieweit andererseits die sukkulent entwickelten, flexiblen Wurzelsysteme von Senecio bipontinii, Azorella incisa, Adesmia longipes über besondere Gewebe verfügen, mit deren Hilfe sie in den vermutlich relativ wasserdampfgesättigten tieferen, kühlen Aschenschichten Feuchtigkeit absorbieren können, bleibt eine zu prüfende Hypothese.

Luftstickstoffbindende Pflanzen (Leguminosen) kommen im Untersuchungsgebiet des Vulkans Antillanca nur mit der Gattung Adesmia vor. Ihr Dekkungsgrad ist jedoch sehr gering und kann deshalb die Stickstoff-Akkumulation in den Böden der Steinschuttfluren nicht ausreichend erklären.

Auch TEZUKA (1961) fand, daß den stickstoffixierenden Pflanzen während der frühen Entwicklungsphasen wahrscheinlich nicht die entscheidende Bedeutung für die N-Anlieferung zukommt. Nach seinen Messungen auf der Vulkaninsel Oshima (Japan) betrug der N-Gehalt im Niederschlagswasser 0,24 mg NO_3/Liter. Für eine Jahresniederschlagsmenge von 3000 mm errechnete er einen N-Eintrag von 7,5 kg/ha/a; weit mehr als die Pflanzengesellschaften der Vulkanwüste jährlich aufnehmen können.

Um das Wirkungsgefüge von Boden und aufstockendem Pflanzenbestand noch genauer beschreiben zu können, wird es zweckmäßig oder erforderlich sein, auch die unberücksichtigt gebliebenen Gehalte der anderen Nährstoffe zu analysieren; eventuell tragen diese mit zur Differenzierung der Pflanzengesellschaften bei.

5 Systematische Ordnung und Bewertung der untersuchten Pflanzengesellschaften unter Berücksichtigung des bestehenden Systems

5.1 Einführung

Überlegungen zur synsystematischen Ordnung oder Gliederung des hochandinen Vegetationskreises, zusammen mit den tropophytischen Sommerwäldern des südchilenischen Vegetationskreises, blieben vor 1960 in manchen Aspekten nur Versuche. Seit OBERDORFER (1960) aber in einer grundlegenden Arbeit über die mittel- und südchilenischen Vegetationslandschaften die darin beheimateten Pflanzengesellschaften erstmals pflanzensoziologisch-systematisch gliederte, erweiterte sich das Wissen um die floristische Struktur der oben genannten Pflanzengesellschaften erheblich. Insbesondere sind hier aus dem nordpatagonischen Raume des südchilenischen Vegetationskreises die Arbeiten von SCHMITHÜSEN (1954, 1956) und OBERDORFER (1960) zu nennen, denen später weitere Arbeiten von VILLAGRAN (1980) und HILDEBRAND (1982) folgten. Aus der nordwestpatagonischen Vegetationslandschaft Argentiniens veröffentlichten vor allem ESKUCHE (1968, 1969, 1975) und SEIBERT (1979) umfangreiches Aufnahmematerial, überwiegend die Nothofagus antarctica-Buschwälder betreffend (ESKUCHE). Schließlich ist in jüngster Vergangenheit ein weitgespannter Überblick der südpatagonisch verbreiteten Pflanzengesellschaften von ROIG et al.(1983) herausgegeben worden.

Es bot sich daher geradezu an, den Begriffsinhalt der wichtigsten, meist höherrangigen, syntaxonomisch gefaßten Vegetationseinheiten im Hinblick auf ihre floristisch-soziologische Stellung neu zu überdenken und, wo dies erforderlich erschien, auch die Architektur des systematischen Gebäudes neu zu entwerfen.

Ein solches Vorgehen muß sich konsequent des floristisch vergleichenden Prinzips bedienen (OBERDORFER, 1980) und schafft so schließlich aus sich heraus einen Maßstab, den diagnostischen Wert von Arten in ihrem Gesellschaftsgebäude ermessen zu können. Dabei kann es vorkommen, daß einerseits frühere Charakterarten eines soziologisch höheren Ranges nun eine niedere Einheit kennzeichnen oder zum anderen sogar ganz aus dem Charakterarteninventar verbannt und nur noch als Begleiter gewertet werden. Eine solche weitreichende, soziologisch motivierte Arten-Neubewertung erfordert ein hohes Maß an sippensystematisch einwandfrei definierten Taxa.

Im Laufe des Tabellenstudiums ergaben sich Schwierigkeiten vor allem dadurch, daß die Systematik vieler Genera (Poa, Festuca, Senecio, Nassauvia) heute wesentlich ausgereifter ist, als dies vor einigen Jahrzehnten der Fall war. So ergibt sich häufig das Problem, früher verwendete Artnamen mit heute gültigen parallelisieren zu müssen.

In Abhängigkeit von der Feinheit des bereits bestehenden Vegetationssystems blieb die Neugliederung entweder nur auf die Klassen- bzw. Ordnungsebene beschränkt (Nothofagetea pumilionis-antarcticae) oder reichte bis zu den floristisch-soziologischen Grundeinheiten der Assoziationen hinab (Senecionetea bipontinii Oberd. 60 em.).

Die Reihenfolge der anschließend zu analysierenden Pflanzengesellschaften folgt, mit Ausnahme der Quell- und Sickerfluren (Caltho-Ourisietea, Oberd. 60), die bereits in Kap. 3.4.5 soziologisch-systematisch vorgestellt wurden, derjenigen von Kap. 3.4. Den breitesten Raum dieser Besprechung nehmen die andin-patagonisch verbreiteten tropophytischen Sommerwälder (Nothofagetea pumilionis Oberd. 60 em.) und die Buschwälder (Nothofagetea antarctiae Oberd. 60 em.) ein, da sie die floristisch-soziologisch am genauesten untersuchten Pflanzengesellschaften darstellen.

5.2 Andine Steinschuttgesellschaften (Senecionetea bipontinii Oberd. 60 em.)

Bereits bei der Beschreibung der Steinschuttgesellschaften (Kap. 3.4.1) wurde die Meinung vertreten, daß der Aufstellung der von OBERDORFER (1960) provisorisch gefaßten Klasse Senecionetea chilensis eine Fehlbestimmung der gesellschaftsbestimmenden Art (Senecio chilensis, anstatt wie heute: Senecio bipontinii) zu Grunde liegen muß.

Diese Aussage findet ihren Rückhalt in der Kenntnis aller von OBERDORFER aufgesuchten andinen Aufnahmeorte und darunter insbesondere dem des Vulkans Quetropillan. Von dort erwähnt der Autor die Poa vulcanica-Gesellschaft. Die Art Poa vulcanica existiert nicht, wohl aber Deyeuxia vulcanica, die neuerdings Poa tristigmatica heißt und unter diesem Namen auch in den eigenen Listen geführt wird.

Er erwähnt neben anderen Arten auch Senecio chilensis. Während meines eigenen mehrtägigen Geländeaufenthaltes am Vulkan Quetropillan wurde kein Exemplar dieser Art gefunden, dagegen aber gab es in vergleichbaren Gesellschaften Senecio bipontinii.

Nach dem Code der pflanzensoziologischen Nomenklatur (BARKMAN et al., 1976), Kap. 8 "Korrektur von Namen", Art. 43, "muß der Name eines Syntaxons korrigiert werden, wenn nachgewiesen werden kann, daß er auf Fehlbestimmung des namengebenden Taxon beruht".

Vorstellbar bliebe deshalb, daß OBERDORFER stets S. chilensis statt, wie es nach heutiger Auffassung richtig wäre, S. bipontinii in seinen Aufnahmen notierte und VILLAGRAN, aufgrund der OBERDORFERschen Gesellschaftsbezeichnungen das Agrostido-Senecionetum mit der heute gültigen S. chilensis belegte.

Eine Umbenennung des OBERDORFERschen Senecionetum chilensis ist damit notwendig, selbst dann, wenn die zweite von OBERDORFER beschriebene Assoziation, das Agrostido-Senecionetum, durchaus die schmalblättrige Senecio chilensis beherbergen kann, wie eine von VILLAGRAN (1980, S. 68 - 69) veröffentlichte Aufnahme von den groben und feinen, erodierten Laven des Vulkans Osorno beweist. Darüberhinaus liefert die Autorin aber zwei Aufnahmen aus dem Flußbett des Alerzal (Vulkan Puntiagudo) - bei OBERDORFER Schotterfeld des Gletschers - in denen Senecio chilensis im Gegensatz zur Aufnahme 214 von OBERDORFER fehlt, aber S. julietii (synonym: S. bipontinii) vorhanden ist.

Nach KUNKEL (1958), der die Lebensbedingungen einiger südchilenischer Erosionsgemeinschaften skizziert, begleiten ursprünglich andin beheimatete Arten - vergleichbar unseren dealpin verbreiteten Schwemmlingsfluren mit z.B. Campanula cochleariifolia, Linaria alpina - die Schutt- und Schlammströme und steigen bis weit in die Tallagen herab.

Dennoch wäre es nicht abwegig, an die Existenz einer eigenen Ordnung der Senecionetalia chilensis - mit S. chilensis als Charakterart - innerhalb der Senecionetea bipontinii zu denken, analog den alpigenen Schwemmgesellschaften (Epilolietalia fleischeri, Moor 58) Mitteleuropas.

In derselben Weise findet auch die im konsoliderten Grobschutt wachsende Polystichum mohrioides var. plicatum-Gesellschaft Anschluß an die andinen Steinschuttgesellschaften, deren Anblick OBERDORFER sofort an

die arktisch-alpin verbreiteten Cryptogramma-Gesellschaften Mitteleuropas erinnerte. Obschon die Rollfarnfluren aus Cryptogramma eine eigene Ordnung (Androsacetalia alpina) bilden, ist von der Schildfarnflur Südchiles noch zu wenig pflanzensoziologisches Material bekannt, als daß ein solcher Schritt bereits floristisch-soziologisch begründbar wäre. Vorläufig wird sie deshalb noch provisorisch den ökologisch verwandten, floristisch aber abweichenden Senecionetalia chilensis zugeordnet. Ergänzend sei noch erwähnt, daß das Vorkommmen der endemisch in Mittelchile verbreiteten Chaetanthera villosa und Pozoa vulcanica (s. dazu auch Kap. 3.4.1.2 Vulkan Llaima), die auch KUNKEL (1957) aus der Umgebung der Termas de Rio Blanco erwähnt, eine Erweiterung des synsystematischen Gebäudes auf Klassen- oder Ordnungsebene vermuten läßt.

5.3. Die Andin-nordpatagonischen-subantarktischen Zwergstrauchheiden (Quinchamalio-Pernettyetea pumilae class.nov.)

OBERDORFER stellte 1960 die Empetro-Pernettyetea (antarktische Heiden) auf und unternahm damit den Versuch, die über ganz Patagonien verbreiteten Zwergstrauchgesellschaften der planaren bis andinen Stufe in einer Klasse zu vereinen. Seitdem ist weiteres Aufnahmematerial hinzugekommen, welches nun darauf hindeutet, daß die durch ihn beschriebene Zwergstrauchklasse sowohl arealgeographisch wie inhaltlich enger gefaßt werden muß. So geht sein Empetro-Pernettyetum pumilae, das er "provisorisch" für den feuerländischen Vegetationsraum faßte, heute in den Empetro-Bolacetea (ROIG et al., 1983) Südpatagoniens auf.

Ähnlich verhält es sich mit dem hochandin verbreiteten, provisorisch gefaßten Festuco-Pernettyetum (Festuco-Pernettyion, hochandine Heiden), welches den Quinchamalio-Pernettyetea (andin-nordpatagonische Zwergstrauchheiden) eingegliedert wird. Das damit verbleibende Gerüst zweier Verbände des Blechno-Pernettyion (nordpatagonische Heiden) und des Baccharido-Pernettyion (valdivianische Heiden) sollte demzufolge besser als südchilenisch-nordpatagonisch verbreitete Tieflandsheiden (kurz: südchilenische Tieflandsheiden) bezeichnet werden, da, wie noch zu zeigen bleibt, der floristisch-soziologische Anschluß der Klasse weder an die süd- noch an die andin-nordpatagonisch verbreiteten Zwergstrauchheiden vertretbar ist.

"Schwerpunktswert-Analyse"

Das wichtigste Verfahren, dessen man sich in der soziologisch-systematischen Stellenbewertung von Arten bedient, vergleicht Pflanzenbestände ähnlich strukturierter Vegetationslandschaften, trennt dabei floristisch Verwandtes von nicht Verwandtem und stellt auf diese Weise, von den Grundeinheiten des Systems, den Assoziationen mit ihren Charakterarten ausgehend, gleiche Artengruppen niederer Einheiten zu Kennartengruppen höherer Einheiten zusammen.

Neues Aufnahmematerial findet demnach in pflanzensoziologisch gut bearbeiteten Vegetationsräumen meist problemlos Anschluß an zumindest eine der höherrangigen Kennartengruppen, wenn nicht sogar an die einer bestimmten Assoziation.

5.3.1 Vergleich der Empetro-Pernettyetea Oberd. 60 mit den Empetro-Bolacetea Roig et al. 83.

Die wichtigsten Verbands-, Ordnungs- und Klassenkennarten der in Südpatagonien verbreiteten Ericaceen-Heiden (Empetro-Bolacetea) zeigen nach ROIG et al. (1983) nur sehr schwache Beziehungen zu den in Süd-Chile verbreiteten Empetro-Pernettyetea OBERDORFERs. ROIG et al. schließen daher die Existenz dieser Klasse für Südpatagonien aus, ohne dies aber näher zu begründen.

Diese wichtige Entscheidung wird auch nicht durch die Tatsache erhellt, daß, wie die Autoren schreiben, zwischen ihrem Embothryo-Pernettyetum mucronatae und dem Empetro-Pernettyetum mucronatae Oberd. 60 über Empetrum rubrum, Pernettya mucronata, Nothofagus antarctica, Baccharis obovata (= B. umbelliformis) und Blechnum penna-marina zwar "gewisse Beziehungen" zwischen beiden Assoziationen bestehen, sie aber im Grunde Ersatzgesellschaften verschiedener Waldgesellschaften darstellen. Dabei steht das Empetro-Pernettyetum in Beziehung zu den immergrünen Wäldern, während das Embothryo-Pernettyetum von laubabwerfenden Wäldern abgeleitete Gebüsche der Chiliotrichetalia Roig et al.83 (Chiliotrichion) beschreibt.

Auf den gemeinsamen Artenblock gehen die Autoren nicht weiter ein, obschon sich in floristischer Hinsicht geradezu der Anschluß entweder der einen oder der anderen Assoziation an einen der bestehenden Verbände (Blechno-Pernettyion Oberd. 60, Chiliotrichion Roig et al. 83) aufdrängt.

Die hochfrequenten, dominanten Pernettya mucronata und Blechnum penna-marina greifen aus den immergrünen Regenwäldern der feuerländischen Kanalzone (Wintero-Nothofagetea) in diese Gesellschaft über und würden damit beide Assoziationen miteinander verbinden.

Trotzdem bleiben beide Gesellschaften auch künftig selbständige Einheiten, weniger aus floristischen als aus soziologisch-systematischen und ökologischen Überlegungen heraus.

Untersucht man die obengenannten Arten, die OBERDORFER noch als AC Empetrum rubrum, VC Pernettya mucronata, Blechnum penna-marina oder OC Baccharis umbelliformis (= B. obovata) einstufte, auf ihre soziologisch-systematische Verbreitung, so stellt man fest, daß vor allem Empetrum rubrum (Empetro-Pernettyetum AC, Empetro-Bolacetea KC) und Blechnum penna-marina (ehemals Nothofagetea pumilionis-antarcticae KC) sowohl in den hochandinen Zwergstrauchgesellschaften, südchilenischen Tieflandheiden, Moorgesellschaften, südpatagonischen Heiden als auch in den immergrünen Regenwäldern und den laubabwerfenden Sommerwäldern verbreitet sind und damit ein breites ökologisches Spektrum besitzen, welches sie als Charakterarten irgendeiner Gesellschaft disqualifiziert. Das ökologische Verhalten von Blechnum penna-marina deutet eher darauf hin, daß es sich um eine Art feuchter und von Kaltluft beeinflußter Lagen handelt. Ebenso wie Empetrum rubrum und Blechnum penna-marina ist auch Pernettya mucronata (Blechno-Pernettyion und Embothryo-Nothofagion VC) in einigen Gesellschaften verschiedener Klassen verbreitet, bevorzugt aber offensichtlich, wie Baccharis obovata (Empetro-Pernettyetea KC, Embothryo-Pernettyetum AC), die Zwergstrauchgesellschaften.

Demzufolge werden Empetrum rubrum und Blechnum penna-marina (Feuchtezeiger) nur noch als Begleiter eingestuft, wogegen Baccharis obovata und Pernettya mucronata, die auch in den Schlag- und Verlichtungsgesellschaften (Aristotelietalia Hildeb. 82) Südchiles auftreten, soziologisch-systematisch neu eingereiht werden müssen.

Durch die Abwertung von Empetrum rubrum und Blechnum penna-marina wird der Verband des Blechno-Pernettyion Oberd. 60 deutlich geschwächt. Sei-

ne verbleibenden, ihn tragenden Elemente bestehen überwiegend aus Pernettya mucronata und Ugni candollei. Neben der seltenen Ugni candollei erscheint Pernettya mucronata als einzig denkbare Charakterart eines möglichen Verbandes aufgrund ihrer doch häufigen Beteiligung am Gesellschaftsaufbau - beispielsweise der Wintero-Nothofagetea - soziologisch zu schwach, als daß sie den Blechno-Pernettyion an das Embothryo-Nothofagion betuloides Roig. et al. 83 binden könnte.

5.3.2 Vergleich der Empetro-Pernettyetea Oberd. 60 mit den Quinchamalio-Pernettyetea class.nov.

Die Empetro-Pernettyetea Oberd. 60 und Quinchamalio-Pernettyetea class. nov. werden nur durch Empetrum rubrum und Pernettya poeppigii (Empetro-Pernettyetea OC, KC) miteinander verbunden. Bereits im vorangegangenen Kapitel wurde gezeigt, daß Empetrum rubrum künftig nur als Begleiter einzustufen ist: damit entfällt eine der beiden Arten, auf die sich ein Zusammenschluß gründen ließe, wie ihn OBERDORFER (1960) vermutete ("Die vielen neuen andin-antarktischen Arten lassen auf den ersten Blick die vollkommen eigene soziologische Stellung erkennen, die eine selbständige höhere Einheit innerhalb der Empetro-Pernettyetea wahrscheinlich macht.")

Somit bleibt nur Pernettya poeppigii als verbindende Art zwischen den südchilenischen Tieflandheiden und hochandin verbreiteten Zwergstrauchheiden.

Gültige Gesellschaftsbeschreibungen mit dieser Art machten OBERDORFER (1960), VILLAGRAN (1980) und HILDEBRAND (1982), die drei neue Assoziationen von Tieflandgebüschgesellschaften mit P. poeppigii als OC beschrieb. In einer weiteren Gesellschaft ist die Art DA des Griselinio-Pernettyetum poeppigii (Aristotelietalia, Schlag- und Waldverlichtungsgesellschaften der Wintero-Nothofagetea).

Außerdem ist Pernettya poeppigii (= P. myrtilloides) in den nordwestpatagonisch beheimateten Gesellschaften der Berberitzen-Nire-Buschwälder (Berberido-Nothofagetalia Esk. 69) weit verbreitet und greift auch in die Waldgesellschaften der Lenga (Nothofagetea pumilionis Oberd. 60 em.) über, wo man sie regelmäßig auf ausgehagerten, nährstoffarmen Bö-

den, Steillagen und in den von Natur aus lückigen Beständen des Seggen-Araukarienwaldes (Carici-Araucarietum Oberd. 60) findet. Auch in den eigenen Aufnahmelisten erscheint Pernettya poeppigii an ökologisch voneinander deutlich abweichenden Standorten: im Dicranello-Pernettyetum (Kontaktgesellschaft der Steinschuttfluren) und in den Escallonia alpina-Gebüschen.

Insbesondere die Artenliste von VILLAGRAN (1980), HILDEBRAND (1982) und auch die von OBERDORFER (1960) enthalten viele Elemente der immergrünen Regenwaldgesellschaften (Wintero-Nothofagetea); andine Arten sind höchstens einmal mit den Laharen und Schlammströmen herabgespült worden und erschienen damit zwangsläufig in den Tabellen.

Wollte man konsequent sein, so müßte man die Ericaceen-Heiden des Tieflandes aufgrund vieler gemeinsamer Lorbeerwaldarten eher der Klasse Wintero-Nothofagetea angliedern, so wie dies mit den Gebüschgesellschaften der Aristotelietalia Hildeb. 82 geschehen ist. Dieser Schritt wird aber nicht vorgeschlagen, da er zum einen unnötig Verwirrung innerhalb der Wintero-Nothofagetea stiften, und zum anderen diese mit floristisch und physiognomisch-ökologisch stark abweichenden Gesellschaften überfrachten würde.

Das breite ökologische Spektrum und die Beteiligung von Pernettya poeppigii an Gesellschaften verschiedenster systematischer Prägung lassen es als begründet erscheinen, sie künftig, wie dies bereits für Empetrum rubrum und Blechnum penna-marina ausgeführt wurde, entweder nur noch als Begleiter oder aber, da ihr Verbreitungsschwerpunkt mengen- und strukturmäßig doch in den Heidestrauchgesellschaften liegt, analog zu Vaccinium myrtillus (schwache Vaccinio-Piceetalia Char.) fortan als schwache Empetro-Pernettyetea-Charakterart einzustufen. Ein Anschluß der andinen Heiden an die Tieflandheiden nur über die diagnostisch äußerst schwache Pernettya poeppigii kann daher unmöglich befürwortet werden.

5.3.3 Vergleich der Quinchamalio-Pernettyetea class.nov. mit den Empetro-Bolacetea Roig et al. 83

Nachdem bereits gezeigt wurde, daß es keinen begründeten Anlaß für einen Zusammenschluß von südpatagonischen und südchilenischen Tieflandheiden gibt, sowie von letzteren mit den andin verbreiteten Zwergstrauchheiden, bleibt noch zu klären, ob nach Bereinigung der Gesellschaftstabellen - durch die Neubewertung wichtiger Arten - sich zwischen den andinen und südpatagonischen Heidegesellschaften engere floristisch-soziologische Bindungen zeigen.

Zwischen beiden Klassen bestehen aber nur sehr schwache Verbindungen über Pernettya pumila, Azorella lycopodioides und Lycopodium magellanicum. So kann man den Gesellschaftstabellen von ROIG et al. (1983) entnehmen, daß insbesondere Pernettya pumila und Lycopodium magellanicum nur Artmächtigkeitswerte mit + erreichen, wogegen in den andin verbreiteten Zwergstrauchheiden Werte zwischen 1 und 2 (3 bis 4) normal sind. Allein davon läßt sich ableiten, daß offensichtlich der Verbreitungsschwerpunkt beider Arten im hochandinen Bereich liegt, daher ein Zusammenschluß der Klassen nicht vertretbar ist und beide Arten jetzt als Quinchamalio-Pernettyetea Charakterarten zu führen sind.

5.4 Südandine Rasengesellschaften (Festucetea thermari class.nov.)

Physiognomisch den alpinen Krummseggenrasen vergleichbar, überziehen die Festuca thermarum-Rasen als mehrere hundert Meter breites Band die Flanken der Vulkane Puyehue, Mocho-Choshuenco und Quetropillan.

Dabei werden sie an ihrer unteren Grenze (1100 bis 1200 m) von Ausbildungen des Lenga-Waldes (Nothofagetea pumilionis Oberd. 60 em.) und an der oberen Grenze (1500 bis 1600 m) von Zwergstrauchheiden der Quinchamalio-Pernettyetea begrenzt.

An besonders exponierten und flachgründigen Stellen mengen sich vor allem Arten der Zwergstrauchheiden unter die Rasengesellschaften (z.B. Perezio-Festucetum valerianetosum, Vulkan Quetropillan, Carici-Festucetum, Blechnum penna-marina-Ausbildungen am Vulkan Mocho-Choshuenco). Beispiele für solche Übergangsgesellschaften lassen sich auch für die

alpinen Krummseggen-Rasen finden, wo z.B. die Magerrasen des Curvulo-Nardetum außer den gesellschaftstypischen Nardion- und Nardetalia-Arten auch noch Arten der Juncetea trifidi enthalten.

In den Süd-Anden gibt es aber, soweit dies bis jetzt überschaubar ist, außer den Festucetea thermari keine weiteren, den Magerrasen (Nardo-Callunetea) Mitteleuropas vergleichbaren Rasengesellschaften.

So bleiben die Festucetea thermari die einzig vorherrschenden Grasgesellschaften der Rasenstufe in den südlichen Anden, mit nur wenigen aber zugleich dominanten Charakterarten, insbesondere wie Festuca thermarum und Agrostis philippiana. Aufgrund des Fehlens in den räumlich benachbarten, südlichen bzw. nördlichen Anschlußgebieten kennzeichnen die oben genannten Arten vorläufig noch gemeinsam Verband, Ordnung und Klasse.

Auf die taxonomischen Probleme bei der Artdiagnose wurde bereits in der Einführung (Kap. 5.1) hingewiesen. So wurden beispielsweise alle Belegexemplare von Festuca subandina (= F. monticola), AC des Festucetum subandinae Oberd. 60 - die Assoziation geht im Perezio-Festucetum thermari Oberd. 60 em. auf - als Festuca thermarum bestimmt (MATTHEI schriftl.). Es muß daher auch offen bleiben, inwieweit die "Festuca monticola-Empetrum rubrum-Gesellschaft" VILLAGRANs, die nach der Autorin Affinitäten zum Festuceteum subandinae und Festuco-Pernettyetum nanae von OBERDORFER (1960) zeigt, und die Gesellschaften mit "Festuca monticola" WARD & DIMITRI (1966) vom Cerro Catedral (41° 12' S, 71° 29' W) der argentinischen Seite als F. thermarum-Gesellschaften angesehen werden können.

Dennoch enthalten ihre Schilderungen der andinen Rasengesellschaften zwei für die Festucetea thermari wichtige Informationen:

erstens bestätigen ihre Aufnahmen die Existenz einer im südlichen Andenhauptkamm verbreiteten Rasengesellschaft, und

zweitens geben sie der Vermutung Nahrung, daß es außer den erwähnten, höherrangigen Charakterarten noch weitere gibt, - Poa, Luzula - und Senecio-Arten - die aber erst noch pflanzensoziologisch zu erarbeiten sind.

Danach gliedern sich die Festucetea thermari, analog den Juncetea trifidi, in eine Ordnung Festucetalia und nur einen Verband Festucion mit drei Assoziationen.

5.5 Subantarktisch-patagonische Sommerwälder, Buschwälder und Gebüsche
(Nothofagetea pumilionis Oberd. 60 em.)
(Nothofagetea antarcticae Oberd. 60 em.)

Von OBERDORFER (1960) stammt die synsystematische Bezeichnung Nothofagetea pumilionis-antarcticae, mit der der Autor in erster Linie die von laubabwerfenden Südbuchen Nothofagus pumilio(= Lenga), Nothofagus antarctica (= Ñire) beherrschten, andin-patagonisch verbreiteten Wald- und Krummholzgesellschaften charakterisierte.

Im Bereich der Waldgrenze des Vulkans Quetropillan wechseln hochwaldartige Lenga-Bestände mit niedrig-wüchsigem Buschwald aus Lenga, die OBERDORFER (1960) irrtümlich für Ñire hielt. Daher erschien es ihm sinnvoll, beide sommergrünen Südbuchenwälder in einer Klasse zu vereinen.

Obgleich diese von OBERDORFER (1960) aufgestellte Klasse nach der in dieser Arbeit vertretenen Ansicht synsystematisch umstrukturiert werden muß, erkannte er aber in seinen und in den Aufnahmen anderer Bearbeiter (REICHE, 1907; SKOTTSBERG, 1916; ROIVAINEN, 1954) bereits viele der höherrangigen Charakterarten der Lenga-Wälder.

Bei ihm bestanden die Nothofagetea pumilionis-antarcticae zunächst noch aus einer einzigen Ordnung Pumilietalia und einem Verband Pumilion mit drei Assoziationen. In der Folge wurde das gesellschaftssystematische Gebäude durch die Arbeiten von ESKUCHE (1968, 1969, 1975) hauptsächlich aus den Nire-Buschwäldern Nordwestpatagoniens (Argentinien), VILLAGRAN (1980) Nationalpark Vicente Perez Rosales Südchile und ROIG et al. (1983) aus Südpatagonien erweitert.

Dabei übernahmen alle Bearbeiter die bereits von OBERDORFER (1960) angeführten Klassencharakterarten und fügten diesen weitere, dem eigenen Untersuchungsgebiet entnommene typische "Klassencharakterarten" hinzu. Da viele der eigentlichen Lenga-Waldcharakterarten (Nothofagetea pumi-

lionis) nur bei enger räumlicher Nachbarschaft in die Ñire-Buschwälder (Nothofagetea antarcticae) eindringen, ansonsten aber ganz fehlen, wurden auf diese Weise beide laubabwerfenden Waldgesellschaften noch zusammengehalten.

Es ist leicht einsichtig, daß ein solches Vorgehen nicht unwidersprochen bleiben kann, da es in unzulässiger Weise Arten als Klassencharakterarten verwendet, die räumlich und soziologisch nur begrenzt auftreten und demzufolge niemals die an sie gestellte Forderung, das Gesamtareal der Klasse zu kennzeichnen, erfüllen können.

Das bisher veröffentlichte Material wurde deshalb nach seinen florenverwandtschaftlichen Beziehungen in einer Gesellschaftstabelle zusammengefaßt. Die territorial gültigen sogenannten "Klassencharakterarten" konnten ohne Zwang den schon bestehenden Ordnungen als weitere OC eingegliedert werden. In der so bereinigten Tabelle verblieben nur noch wenige Arten (Maytenus disticha, Ribes magellanicum, Acaena ovalifolia, Osmorrhiza chilensis), die einerseits eine klassenübergreifende Verbreitung besitzen und die andererseits zumindest von einem der Autoren als KC betrachtet wurden.

Demzufolge sollen diese Arten hinsichtlich ihrer floristisch-soziologischen Eignung als Charakterarten einer gemeinsamen Klasse Nothofagetea pumilionis-antarcticae Oberd. 60 im folgenden näher untersucht werden.

Überlegungen aus räumlicher, ökologischer und struktureller Sicht schließen sich daran an und lassen eine Aufspaltung der Nothofagetea pumilionis-antarcticae Oberd. 60 in zwei neue Klassen, Nothofagetea pumilionis und Nothofagetea antarcticae, als genügend gesichert erscheinen.

5.5.1 Floristisch-soziologischer Aspekt

Acaena ovalifolia

Über Acaena ovalifolia schreibt OBERDORFER (1960), daß sie primär wohl im Gefüge offener oder sandig trockener Magerrasen wächst und in der Kulturlandschaft auch ausschließlich in den magersten Formen der chilenischen Agrostis-Weide (Agrostidion chilensis) hervortritt. Folglich

wertet er sie im Anemono-Nothofagetum (Vulkan Quetropillan) und in mehreren Lorbeerwaldgesellschaften (Wintero-Nothofagetea) nur als Begleiter. Genauso verfahren VILLAGRAN (1980) für den Eucryphion Verband Oberd. 60 (Wintero-Nothofagetea) und HILDEBRAND (1982); bei letzterer erscheint die Art hochstet in den südchilenischen Schlag- und Verlichtungsgesellschaften (Aristotelietalia chilensis Hildeb. 82, Wintero-Nothofagetea Oberd. 60). Dagegen übernehmen ESKUCHE (1969) und später auch ROIG et al. (1983) Acaena ovalifolia als KC der Nothofagetea pumilionis-antarcticae Oberd. 60, ohne dies aber näher zu begründen. Die Häufigkeit von Acaena ovalifolia in den Berberitzen-Nire-Buschwäldern (Berberido-Nothofagetalia antarcticae Esk. 69) bedingt vermutlich der lockere Wuchs dieser Buschwälder.

Das lockere, auch durch Beweidung beeinflußte Wuchsbild der nordwestpatagonischen Berberido-Nothofagetalia begünstigt ebenso wie die starkem Beweidungsdruck ausgesetzten Ñire- und Lenga-Bestände Südpatagoniens das Eindringen wärme- und lichtbedürftiger, ursprünglich vielleicht dem Saum, Gebüsch oder der Steppe nahestehender Arten. Sowohl bei ESKUCHE als auch bei ROIG et al. lassen sich dafür zahlreiche Beispiele anführen.

Die Vermutung liegt deshalb nahe, daß Acaena ovalifolia, genauso wie OBERDORFER (1960) sie für sein Agrostidion chilensis und HILDEBRAND (1982) für die Aristotelietalia charakterisierte, offene Gebüschformationen und sandig-trockene Magerrasen bevorzugt und daher keinesfalls als Charakterart hochwaldartiger Südbuchenbestände (Nothofagetea pumilionis) angesehen werden kann.

Osmorrhiza chilensis

Ebenso wie Acaena ovalifolia begleitet Osmorrhiza chilensis sowohl die südchilenischen Schlag- und Verlichtungsgesellschaften (Tropaeolo-Loasetum Oberd. 60, Abutilo-Loasetum Oberd. 60) als auch das Anemono-Nothofagetum vor allem Südpatatagoniens), darüberhinaus aber ist sie Begleiter fast aller südchilenischen Lorbeer-Waldgesellschaften (Laurelietalia Oberd. 60). Auch ESKUCHE (1969) rechnet Osmorrhiza nur zu den Begleitern seiner Berberido-Nothofagetalia. VILLAGRAN (1980) dagegen erwähnt die Art als Charakterart der Nothofagetea pumilionis-antarcticae - eine Begründung dafür gibt die Autorin aber nicht. Vorstellbar

wäre, wie der Tabelle VILLAGRANs entnommen werden kann, daß Osmorrhiza chilensis zusammen mit Drimys winteri var. andina - Charakterart des nordpatagonisch-subantarktischen Lorbeerwaldes (Nothofago-Winterion Oberd. 60) - bis in die untere, durch Drimys winteri var. andina gekennzeichnete Lenga-Waldstufe hinaufsteigt.

In Südpatagonien kennzeichnet Osmorrhiza chilensis (nach ROIG et al., 1983) die sommergrünen Waldgesellschaften aus Lenga und Nire, in denen sie zwar nur spärlich (Deckungsgrad +) aber hochstet vertreten ist. Ähnlich verhält sie sich in den Laurelietalia Oberd. 60, und man könnte sie deshalb, da ihr soziologischer Rang schwer abzuschätzen ist, vorläufig noch als territoriale Charakterart der südpatagonischen Sommerwälder betrachten; in keinem Fall aber als gültige, die beiden Nothofagus-Klassen verbindende KC.

Maytenus disticha und Ribes magellanicum

Die Zuordnung von Maytenus disticha (Celastraceae) und Ribes magellanicum (Saxifragaceae) zu den laubabwerfenden Nothofagus-Gesellschaften scheint eindeutig, obschon Ribes magellanicum auch in den Laurelietalia Oberd. 60 zu finden ist. Somit geht es hier um die Frage, ob durch sie das Klassengebäude der Nothofagetea pumilionis-antarcticae aufrechterhalten werden kann, oder ob sie als Charakterarten einer der beiden neuen Klassen dienen können. Das Tabellenmaterial der verschiedenen Autoren zusammen mit den eigenen Aufzeichnungen deuten, wie auch SEIBERT (1983, mdl.) betonte, darauf hin, daß beide Straucharten sowohl mengen- als auch stetigkeitsmäßig ihren Verbreitungsschwerpunkt in den Berberitzen-Ñire-Buschwäldern (Berberido-Nothofagetalia Esk. 69) und den Nothofagus antarctica-Chiliotrichium diffusum-Buschwäldern und Gebüschen Südpatagoniens (ROIG et al. 1983) besitzen.

Aufgrund der floristisch-soziologischen Analyse können die vier Arten demnach wie folgt neu eingestuft werden:

- Acaena ovalifolia (Begleiter),
- Osmorrhiza chilensis (Begleiter bzw. territoriale Charakterart der südpatagonischen Lenga-Sommerwälder),
- Maytenus disticha und Ribes magellanicum (Nothofagetea antarcticae KC).

5.5.2 Räumlicher Aspekt

Auch räumlich setzen sich die Ñire-Buschwälder deutlich von den Lenga-Wäldern ab. So schieben sie sich in Südpatagonien zwischen die Lenga-Wälder und die patagonische Steppe. Ganz ähnlich entwickeln sich in Nordwestpatagonien in den feuchteren Talniederungen ausgedehnte "Chaparrale" aus Nothofagus antarctica. Nur an besonders exponierten Stellen dringt sie auch in die Waldgesellschaften der Nothofagetea pumilionis Oberd. 60 em. ein. Auf der chilenischen Seite sind schließlich in der südlichen Längssenke immer wieder kleine Ñire-Buschwäldchen im eigentlichen Laurelietalia-Gebiet eingesprenkelt. An der Waldgrenze dagegen findet man, wie auch LJUNGER (1939) bereits feststellte, nur vereinzelt Nothofagus antarctica-Gebüsche die nach demselben Autor weitaus mehr mit patagonischen Steppengesellschaften als mit den Lenga-Wäldern gemeinsam haben.

5.5.3 Ökologischer Aspekt

Die ökologischen Ansprüche der Ñire-Buschwälder und Gebüsche unterscheiden sich grundlegend von denen der Lenga-Waldgesellschaften. Stets bleiben sie auf extreme Standorte beschränkt:

- wechselfeuchte, staunasse Böden (Ñadis in Südchile)
- Kaltluftseen (z.B. Laguna Conguillio, Nationalpark Conguillio, Vulkan Llaima)
- stark austrocknende Hangrücken
- in Südpatagonien Zone des geringen Niederschlags (200 bis 400mm)
- Galeriewaldbildungen an den innerpatagonischen Flüssen in ansonsten reiner Festuca gracillima-Steppe (SEIBERT mdl.)

Auf allen übrigen Standorten des Verbreitungsgebietes der Lenga wird Nothofagus antarctica dann von der vitaleren, konkurrenzkräftigeren Lenga (Nothofagus pumilio) abgelöst. So bilden beispielsweise Lenga und Araucaria araucana im Conguillio-Nationalpark in ca. 1.800 m Höhe den Abschluß baumförmiger Vegetation, wogegen im kaltluftreichen Talgrund desselben Parks Araucaria araucana ausschließlich mit N. antarctica Bestände bildet.

5.5.4 Struktureller Aspekt

Auch strukturell unterscheiden sich beide laubabwerfenden Südbuchengesellschaften. In der für die Entwicklung der Lenga-Wälder günstigen Höhenlage von 1100 bis 1500 m sind die Bestände hochwaldartig aufgebaut. Südbuchenhallenbestände sind 25 bis 30 m hoch, einschichtig und unterwuchsarm. Je weiter man aber an die obere Höhenverbreitungsgrenze gelangt, desto lückiger wird der Bestandesaufbau, und dementsprechend reichhaltiger ist die Strauch- und Krautschicht entwickelt.

Dagegen erreichen die Ñire-Buschwälder meist nur Wuchshöhen von 6 bis 8 m (15 m) und beherbergen aufgrund ihrer lockeren Bestandesstruktur sowohl in der Strauch- als auch in der Krautschicht häufig Elemente der angrenzenden, trockeneren Gebiete (z.B. Steppe).

5.6 Diskussion

Bei einer kritischen Betrachtung der Ergebnisse mag zunächst die Aufstellung der vielen neuen, nieder- wie auch höhersystematischen Einheiten übertrieben erscheinen. Dem ist aber entgegenzuhalten, daß, etwas überspitzt formuliert, nahezu jede pflanzensoziologische Aufnahme im wenig untersuchten hochandinen Vegetationskreis Süd-Chiles die Aufstellung einer neuen Assoziation rechtfertigen kann.

Sicherlich wäre aber ein solches Vorgehen, wie das oben ausgeführte, in einer nur unzureichend oder sogar völlig unbearbeiteten Vegetationslandschaft unangemessen. Im südlichen Südamerika gibt es aber gerade für die außerandinen Vegetationskreise - Südchile und Patagonien - aus jüngster Zeit ausführliche pflanzensoziologisch-systematische Beschreibungen. Eine fundierte systematische Bearbeitung und Beurteilung des eigenen Tabellenmaterials wurde demnach erst aufgrund der vorhandenen Gliederungssysteme möglich.

Diese bestehenden pflanzensoziologischen Einteilungen warfen aber immer wieder Fragen im Hinblick auf die systematisch einwandfreie Bewertung der Arten auf. Insbesondere für die Klassen der Zwergstrauchgesellschaften und die der Wald-/Buschwald-Gesellschaften war es zwingend notwendig, für einzelne Arten eine klare Diagnose bezüglich ihrer systematischen Rangstufe zu treffen.

Um dies zu erreichen, wurde für jede Art eine Karteikarte angelegt, auf der u.a. auch die Gesellschaften notiert wurden, an deren Aufbau die Art beteiligt war. Nur so war es möglich, das z.T. breitgefächerte Gesellschaftsspektrum mancher Art im Laufe der Tabellenvergleiche zu erkennen. Dieses Vorgehen erlaubte somit schließlich auch die objektive, artbezogene soziologisch-systematische Umstrukturierung der behandelten Vegetationseinheiten. Steinschuttgesellschaften (Senecionetea bipontinii) und andine Horstgrasgesellschaften (Festucetea thermari) verlangten diesen Schritt nicht, da für beide wenig fremdes Material zum Vergleich herangezogen werden konnte.

Eine weitere Schwierigkeit aller im patagonischen Raume geleisteten pflanzensoziologischen Arbeiten kann in der Wahl der Aufnahmegebiete gesehen werden.

Um die natürliche Pflanzenvergesellschaftung in bestimmten Vegetationsräumen erfassen zu können, sind, wie OBERDORFER (1980) betont, entsprechende Untersuchungen von den Verbreitungszentren der Gesellschaften hin zu den Rändern zu führen.

Alle Arbeiten, einschließlich der vorliegenden, beschreiben die Gesellschaften dagegen von ihren südlichsten bzw. nördlichsten Verbreitungsgrenzen. Die Erklärung für dieses Vorgehen liegt in der Unzugänglichkeit des zwischen beiden Grenzen sich erstreckenden, etwa 1500 km langen Andenabschnittes.

Mit Recht darf vermutet werden, daß aus der pflanzensoziologischen Bearbeitung des fehlenden, 1500 Kilometer langen Andenabschnittes, die bisher noch vorhandenen Schwierigkeiten der systematischen Einordnung zunehmend gemildert werden.

6 Gesellschaftsentwicklung auf vulkanischem Ausgangssubstrat

6.1 Einführung

Untersuchungen zur Sukzession, Pflanzeninvasion und Ausbreitung gehören zu den interessantesten Studien in der Vegetationskunde; andererseits aber liegen gerade hier Wirklichkeit und Spekulation oft eng benachbart. So ist es beispielsweise nicht immer möglich, alle ausgeschiedenen Ausbildungen einer Pflanzengesellschaft dynamisch-genetisch miteinander oder mit Ausbildungen fremder Gesellschaften zu verknüpfen. Hierfür müssen dann entweder Hilfskonstruktionen benutzt werden, welche den Anschluß der bezugslosen Ausbildung an die eine oder andere Entwicklungsreihe über eine vermutete, aber nicht nachweisbare "Zwischengesellschaft" ermöglichen, oder sie bleibt so lange unberücksichtigt, bis weiteres Material ihre Zuordnung erlaubt.

Die grundsätzliche Schwierigkeit der Sukzessionsforschung besteht darin, daß eindeutige Ergebnisse über den Ablauf von Sukzessionen nur durch Langzeitbeobachtungen zu erhalten sind. Somit bleibt zunächst oft nur der Versuch, zu einem bestimmten Zeitpunkt das räumliche Nebeneinander von Pflanzengesellschaften in ein zeitliches Nacheinander umzusetzen. Auf diese Weise erhaltene Resultate haben allgemein hypothetischen Charakter, solange sie nicht durch Beobachtung des Entwicklungsgeschehens bewiesen sind.

Bevorzugte Studienobjekte solcher Entwicklungsreihen stellen beispielsweise unregulierte Flußlandschaften, Schotterfelder, Verlandungszonen, Gletschermoränen, Dünen sowie zweifellos vulkanische Aschen und Laven dar.

Vulkanismus übertrifft in seiner radikalen, alles auslöschenden Wirkung auf die Vegetation sicherlich die durch Lawinen, Flußablagerungen o.ä. bewirkten Vegetationszerstörungen. Spektakuläre botanische Forschungen der "progressiven Biotisierung" (SCHWABE, 1970) vegetationslos gewordener Flächen waren (Krakatau) und sind (Mt. St. Helens) die an Vulkanen.

In der vorliegenden Arbeit richtete sich die Aufstellung von Entwicklungsreihen ausschließlich nach der floristischen Zusammensetzung der

Bestände. Dabei traten immer wieder Schwierigkeiten auf, bestimmte Einheiten dynamisch-genetisch miteinander zu verbinden. Dies führte dazu, daß für die nachfolgend zu besprechenden Sukzessionsserien nicht alle in dieser Arbeit beschriebenen Ausbildungen berücksichtigt werden konnten.
Als Einstieg in die Problematik und Aufnahmemethodik sollen im folgenden aus der Fülle internationaler botanischer Studien einige herausgegriffen und vorgestellt werden. Sie wurden so gewählt, daß sie eine zeitliche Reihe darstellen, in welcher auch die Änderungen der Aufnahmemethodik sichtbar werden. Darüberhinaus repräsentieren sie die grundsätzlich voneinander verschiedenen Ausgangsbedingungen, denen Biozönosen bei der Inbesitznahme vulkanischen Materials ausgesetzt sind.

6.2 Botanische Studien in anderen Vulkanregionen der Erde

6.2.1 Das Krakatau-Problem

Der klassische Beginn botanischer Studien an Vulkanen kann mit einem Datum verknüpft werden, welches 100 Jahre zurückliegt. Am 26. August 1883 zerbarst, in einer gewaltigen Explosion, die Vulkaninsel Krakatau. Fast 2/3 der etwa 33 km^2 großen Insel versanken dabei im Meer; 18 km^3 vulkanischen Materials wurden herausgeschleudert. Die Mächtigkeit der abgelagerten Lava- und Aschendecken schwankte zwischen 1 und 60 m.

Erst drei Jahre nach dem Ausbruch besuchte TREUB die Insel und beschrieb die ersten Schritte einer zaghaft einsetzenden Wiederbesiedlung. Er betrachtete die hygroskopisch-gelatinösen, ausgedehnten Blaualgen-Kolonien als früheste Pionierstadien auf dem vulkanischen Substrat. Die Algenschichten bildeten dann für Moos- und Farnsporen das Keimsubstrat, die als erwachsene Bestände ihrerseits von höheren Pflanzen abgelöst werden. Im ersten Vierteljahrhundert nach dem Ausbruch berichteten u.a. CAMPBELL (1909), ERNST (1907, 1910) und van LEEUWEN (1921), daß die Insel erneut von Gras- und mittelhohen Waldbeständen bedeckt gewesen sei.

Alle Autoren betrachten die unter meterhohen Aschen und Laven begrabene Vegetation als vollständig abgetötet. Die relativ rasche lokale Wiederbestockung mit Buschwald des als völlig steril angesehenen Bodens ließ BACKER (1929) an seiner noch Jahre zuvor vertretenen Meinung einer totalen Vegetationsvernichtung zweifeln. Insbesondere rhizomatose

Pflanzen, wie verschiedene Pteridophyten mit ihren tief im Boden verborgenen, kräftigen Überdauerungsorganen, wären nach BACKERs Ansicht in der Lage gewesen, die an verschiedenen Stellen der Insel nur etwa einmeterhohe Aschenauflage zu durchwachsen, um rasch die von TREUB (1888) geschilderten Farnbestände zu bilden. Die überall einsetzende Erosion räumte nach seiner Meinung selbst mächtige Aschendecken ab und legte dadurch die begrabenen alten Böden wieder frei. Eine weitere Möglichkeit des Überdauerns pflanzlichen Lebens zog er auch für die zerklüfteten Basaltfelsen bei Zwarte Hoek (Landzunge im Nordwesten der Insel) in Erwägung - den Beweis dafür konnte er aber nicht erbringen. Genausowenig konnte er von den übrigen Autoren geführt werden, da man versäumt hatte, sofort nach dem Ausbruch die Insel genauer zu untersuchen. Es vergingen zunächst drei Jahre, bevor TREUB und später in lockerer Folge weitere Botaniker die Insel aufsuchten. ERNST (1934) bezeichnete dies als "schmerzlich empfundene Lücke im Forschungsglied".

BACKERs (1929) rigorose Schlußbemerkung, daß das Krakatau-Problem weder jetzt noch künftig gelöst werden könne und folglich gegenstandslos für die botanische Forschung sei, wurde von ERNST (1934) heftig bestritten. Auch in seiner Unvollkommenheit, schreibt letzterer, sind zahlreiche Anregungen von der Krakatauforschung ausgegangen und haben eine reiche Literatur zur Besiedlungsfrage vulkanischer Gebiete hervorgebracht.

6.2.2 Hawaii

Durch den Ausbruch des Kilauea Iki-Vulkans 1959 auf Hawaii wurden rund 500 ha Waldfläche verwüstet. Die Höhe des abgelagerten Aschen- und Lavagesteins reichte von etwa 46 m bis zu 2 cm und weniger.

Nach Abklingen der vulkanischen Auswurftätigkeit richteten SMATHERS & MUELLER-DOMBOIS (1974) in der verschieden stark zerstörten Landschaft mehrere Transekte und Dauerbeobachtungsflächen ein.

Waren die Ergebnisse, die man vom Krakatau gewonnen hatte, in mancher Hinsicht zufälligen Beobachtungen erwachsen und daher lückenhaft, so konnten dagegen obige Autoren während ihrer neunjährigen Studie anhand einer lückenlosen, kontinuierlichen Foto- und Meßdokumentation das Wiederbesiedlungsgeschehen klar herausarbeiten.

Ihre Untersuchungen zeigten, daß durch den Vulkanausbruch im wesentlichen drei voneinander verschiedene Habitate entstanden waren:

(1) die reinen Schlacken- und Lavastandorte ohne Vegetation,
(2) Aschen- und Schlackengelände mit Baumleichen und der dritte
(3) Aschengelände mit überlebenden Bäumen.

Im reinen Schlacken- und Lavagelände begann nach den Autoren die Sukzession zuerst mit der Ausbreitung von Algen-Kolonien, danach stellten sich Moose und Farne ein (vor allem in den Spaltensystemen), dann Flechten und schließlich verholzte Pflanzen.

Die Baumleichen von Habitat (2) wirkten mit ihrem verbliebenen Sproßsystem wie Nebel- und Regenfänger und leiteten die ausgefilterte Feuchtigkeit über die Stammoberfläche in den stammnahen Bodenraum. Dieser Vorgang in Verbindung mit der Stammzersetzung bewirkte, daß sich im unmittelbaren Stammumfeld rasch eine üppige kraut- und strauchreiche Vegetation ausbreitete, während die angrenzenden Ascheflächen vegetationsfrei blieben.

In Habitat (3) verlief die Sukzession noch rascher als im eben geschilderten Habitat (2). Erstaunlich war die Feststellung, daß einzelne Bäume der Gattung Metrosideros, deren Brusthöhendurchmesser mehr als 20 cm betrug, selbst noch bei Aschenüberdeckungen von 2,5 m Höhe und heiß gefallenen Schweißschlacken zwischen 10 und 50 cm Höhe erneut austrieben.

Überstieg die Aschenbedeckung in den Baumbeständen mehr als die halbe Stammlänge, wurde kein Neuaustrieb beobachtet.

Im Gegensatz dazu durchbrachen frische Sprosse zur Gänze begrabener Zwergsträucher, u. a. Vaccinium reticulatum, Dubautia, Coprosma, die Aschenauflage. Selbst verschiedene Hemikryptophyten und Geophyten konnten stellenweise bei nicht zu hoher Aschendecke diese durchwachsen.

6.2.3 Surtsey

Eine ähnliche Dokumentation entstand von der vor Island gelegenen Vulkaninsel Surtsey. Im November 1963 begann der unterseeische Initialdurchbruch, und in den darauffolgenden Jahren wuchs Surtsey aufgrund von ca. 1,2 km^3 geförderten Laven und Aschen zu einer 2,8 km^2 großen Insel an. Nachdem die effusive vulkanische Tätigkeit erloschen war, wurde die Insel vermessen und in Quadrate von 100 m Seitenlänge unterteilt.

Um eine Vorstellung von möglichen Transportstraßen der Wiederbesiedlung zu bekommen, wurden zehn Millionen gelbe Plastikperlen über die steilen Klippen einer der 18 km entfernt gelegenen Westmänner-Inseln geschüttet. Zahlreiche Perlen spülte die Meeresströmung nach Surtsey. Als erste pflanzliche "Strandschwemmlinge" verzeichnete FRIDRIKSSON (1978) u.a. Meersenf, Strandhafer und Salzmiere. Spalten und Hohlräume, schreibt SCHWABE (1970), werden mit Feinmaterial aufgefüllt, das entweder direkt von den steilen Hängen hereinrutscht oder indirekt durch große Staubwolken abgelagert wird. Primäre terrestrische Ansiedlungen von Bakterien, Algen und Moosen entstanden bisher nur an dafür begünstigten Alluvialstandorten bzw. an Wasserdampfaustrittsstellen. "Ökogenetische Oasen" nennt SCHWABE diese feinmaterialreichen Orte. Um den Wiederbesiedlungsverlauf präzise zu dokumentieren, wurde das Vorkommen einer Art jährlich für jedes der Planquadrate notiert und graphisch ausgewertet (Abb. 12, S. 118).

6.2.4 Internationale Studien zum Sukzessionsbeginn

GRIGGS (1915,1933, 1934) gibt für die Wiederbesiedlung der Aschenfelder des Katmai an, daß die ersten Pioniere vor allem aus Lebermoosarten (Cephaloziella, Lophozia) der Familie der Jungermanniaceae bestanden. Nur in unbedeutenden Mengen dagegen waren andere Moose, Algen sowie Pilze beteiligt. In der Folge lösten verschiedene Moosarten einander ab: Lebermoose - Dicranella - Pogonatum - Polytrichum. Erste Weidensämlinge erreichten bereits 25 Jahre nach dem Ausbruch 50 bis 100 cm Höhe und leiteten nach GRIGGS zu einem zunächst geschlossenen Weidengebüsch über.

Auf den Schlammströmen desselben Vulkans hatte sich nach SHIPLEY (1919) nur Lupinus nootkatensis ausgebreitet. DEL MORAL (1983) berichtet vom Mt. St. Helens gleichfalls von einer Lupine (Lupinus lepidus), welche auf den Schlamm- und Aschenströmen mit zu den ersten Pionieren zählt.

In der Vulkanwüste des Asosan ist Polygonum reynoutria weit verbreitet (ASAI, 1952). Nach der großen Eruption des Komagatake 1929 (Japan) siedelten auf den meterdicken Aschen zunächst ausschließlich Pflanzen mit leicht verbreitbaren Samen, wie z.B. Kompositen, Epilobium angustifolium und Miscanthus sinensis (Gramineae) YOSHII (1932). TAGAWA (1964, 1965, 1966) folgerte aus seinen Untersuchungen, daß die Wiederbesiedlung abhängt von:

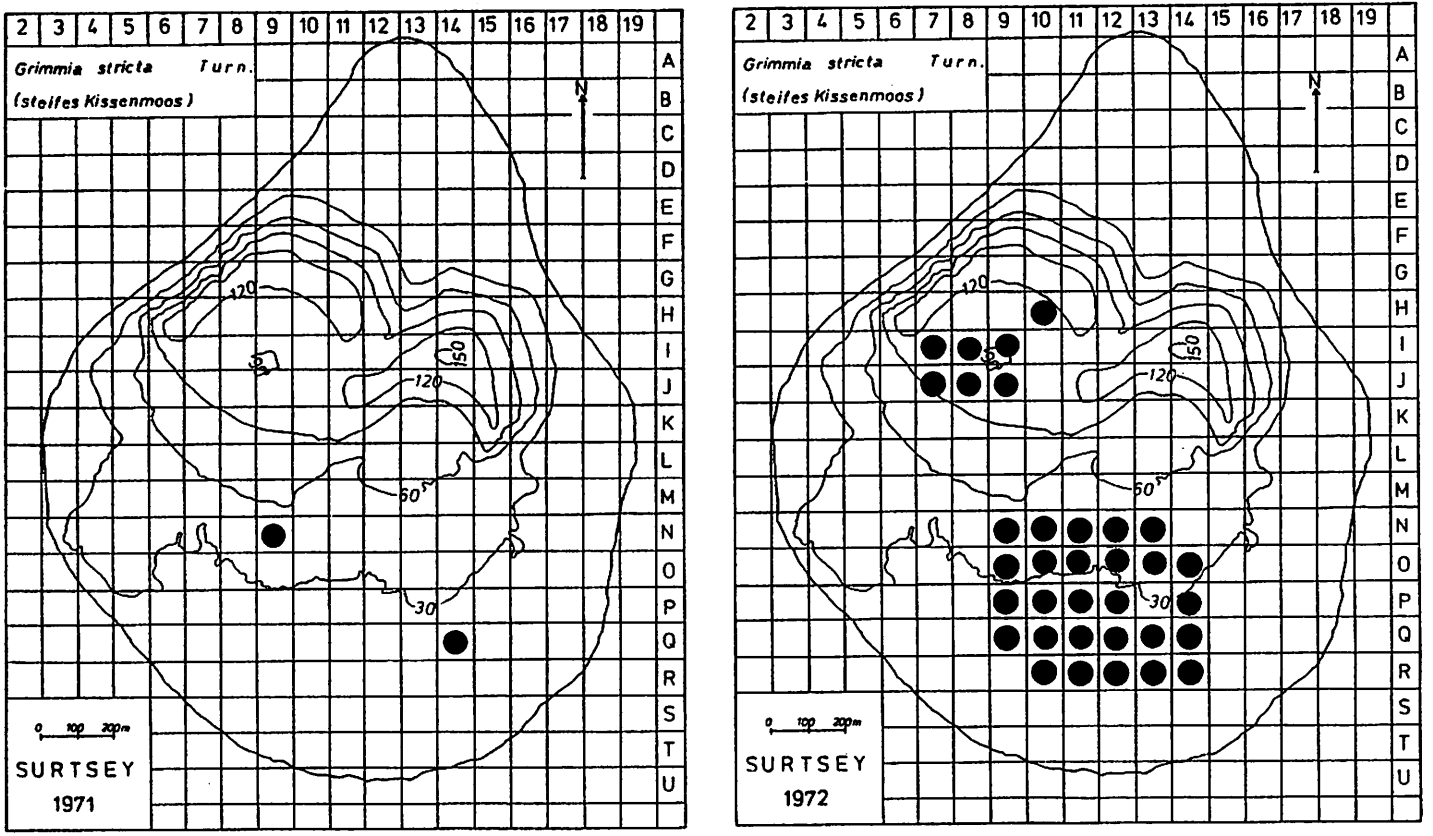


Abb. 12 Arealänderung von Grimmia stricta (steifes Kissenmoos) während der Meßjahre 1971-72 (verändert nach FRIDRIKSSON, 1978).

a) der Windrichtung
b) der Bodenentwicklung
c) der Zusammensetzung der umgebenden Vegetation und
d) der Entfernung von bereits bestehenden Vegetationsflächen

Er zeigte, daß Moos-Fragmente von Dicranella heteromalla, Rhacomitrium japonicum und Campylopus introflexus in Abhängigkeit von der Aschenzusammensetzung voneinander abweichende Regenerationsfähigkeiten besitzen. Dicranella entwickelte sich demnach bevorzugt auf sandigerem Material, wogegen Rhacomitrium und Campylopus gröberes Substrat bevorzugten.

Die Beobachtungen TREUBs (1888) vom Krakatau zeigten, daß sich als erste Pioniere stickstoffbindende Blaualgen auf den vulkanischen Aschen einstellten.

Am Vulkan Agung auf Bali fand DILMY (1965) ein Jahr nach der Eruption bereits eine Fülle verschiedener Kryptogamen auf den Aschefeldern. ERNST (1910) berichtet Vergleichbares von den Vulkanen Javas und Sumatras. Auch HENDRIX (1981) berichtet, daß auf der Fernandes-Insel des Galapagos-Archipels Bryum argenteum ähnlich wie auf Surtsey (SCHWABE, 1970; MAGNUSSON & FRIDRIKSSON, 1974) als erster Pionier die Laven und Aschen besiedelte.

FOSBERG (1967) unterscheidet den Wiederbesiedlungsverlauf auf der glatten Pahoehoe-Lava von dem auf der rauhen Aa-Lava. In den zahlreichen Spalten der Pahoehoe-Lava sowie in geschützt gelegenen Vertiefungen der Aa-Lava wachsen in erster Linie verschiedene Farne und krautige Blütenpflanzen. Flechten (Stereocaulon- und Cladonia-Arten) sowie Moose (u.a. Rhacomitrium lanuginosum) überziehen dagegen die Oberflächen der Lavaströme. Vergleichbare Beobachtungen machten auch GADOW (1930), SKOTTSBERG (1941), EGGLER (1941; 1959; 1963; 1971), BEARD (1945), LEONARD (1958), HOWARD (1962), NICHOLLS (1959), DOTY & MUELLER-DOMBOIS (1966), POLI (1971), SMATHERS & MUELLER-DOMBOIS (1974), ÖNER & OFLAS (1977), SASTRE (1978) und STEHLE (1979).

Den oben geschilderten Untersuchungen kann entnommen werden, daß auf Lavaströmen die Wiederbesiedlung zunächst mit moos- und flechtenreichen Gesellschaften beginnt. In den Spalten und Rissen dieser Laven, wo feines Bodenmaterial mit Wind und Niederschlägen zusammengetragen wird, kommt es dagegen sehr rasch zu Neubildungen einer Pflanzendecke, die sich zunächst aus Farnen (LEONARD, 1958) zusammensetzt und langsam von Kräutern bzw. Holzpflanzen verdrängt und abgelöst wird (SMATHERS & MUELLER-DOMBOIS, 1974).

6.2.5 Internationale Studien zur Sukzessionsdauer

Die Regenerationsfähigkeit der Vegetation wird natürlicherweise vom Grad ihrer Zerstörung beeinflußt (vgl. auch Kap. 6.1.1 und 6.1.2).

Ganz wesentlich wird die Sukzessionsgeschwindigkeit von der geographischen Lage, dem herrschenden Klima sowie der edaphischen Situation geprägt. Die gewählten Beispiele umspannen tropisch- und kühl-humide wie auch kontinental-aride Klimate.

So beschreibt TAYLOR (1957) die einsetzende Vegetationsentwicklung an drei Vulkanen (Waiowa, Mt. Victory und Mt. Lamington) im tropisch-humiden Klima auf Papua, Neu-Guinea.

Vor allem dort, wo die aufgelagerte Aschendecke nur geringmächtig war, setzte die Vegetationsentwicklung fast explosionsartig ein. Bereits wenige Monate nach dem Ausbruch zeigte sich bereits überall zartes Grün. In dieser Entwicklungsphase beteiligten sich überwiegend Gräser wie z.B. Saccharum spontaneum und Imperata cylindrica sowie verschiedene Moose am Gesellschaftsaufbau.

Am Waiowa-Vulkan hatte sich 10 Jahre nach der Eruption erneut ein kraut- und strauchreicher Vegetationstyp gebildet.

Nach 80 Jahren stockten auf den Flanken des benachbart gelegenen Mt. Victory schon wieder dem Regenwald ähnliche, artenreiche Waldbestände. Daraus folgert TAYLOR, daß die Entwicklung baumreicher Pflanzenbestände etwa 50 Jahre benötigt, die Klimax dagegen mehrere Jahrhunderte.

Vergleichbare Beobachtungen machten BEARD (1945, 1976) und HOWARD (1962, 1980) am Vulkan Soufriere auf der Insel St. Vincent (Niedere Antillen). Unter den subtropisch-humiden Bedingungen der Insel notierte bereits 10 Jahre nach dem Ausbruch SANDS (zit. n. BEARD, 1945) am Hangfuß erste

Baum- und Straucharten, zwischen denen noch immer verkohlte Baumleichen standen. Nach 40 Jahren konnte BEARD (1945) eine deutliche Vegetationszonierung feststellen. Die Flanken des Vulkans waren z.T. mit artenarmen Regenwaldgesellschaften bestockt, in denen die Bäume Stammdurchmesser von 30 cm erreichten. Die Gipfelregion bestand aber im wesentlichen noch immer aus zwergstrauchreichen- bzw. reinen Moos- und Flechten-Gesellschaften. Nach 70 Jahren hatten sich im wesentlichen nur die Vegetationszonen vertikal ausgedehnt und nach oben verschoben (BEARD, 1976). Die Moos- und Flechtenstufe bestand jetzt ausschließlich aus strauch- und krautreichen Farnbeständen. Höhe und Dicke der Bäume nahmen erheblich zu.

Expositionsunterschiede in Verbindung mit skeletthaltigeren Böden verzögerten zudem die gleichmäßig rasche Vegetationausbreitung an den Flanken des Vulkans.

Für die Laven und Aschen der afro-alpinen Region des Nyamuragira (Zentralafrika) gibt LEONARD (1958) an, daß nach 46 Jahren immer noch Flechten (Stereocaulon confluens), Moose (Campylopus introflexus) und Farne dominierten.

Im Nationalpark Craters of the Moon (Süd-Idaho, U.S.A.) fand EGGLER (1941) auf den jahrtausendealten Lavaströmen neben Sträuchern und wenigen, niedrigwüchsigen Bäumen, die vor allem die Spalten- und Bruchsysteme der Laven ausfüllten, auch großflächige, nur aus Flechten und Moosen bestehende Vegetationsdecken. Er führte dies auf das kontinental-aride Klima (jährl. Niederschlag etwa 350 mm) dieses Gebiets zurück.

HEATH (1966) nimmt aufgrund seiner Untersuchungen auf verschieden alten Lava- und Schlammströmen im Lassen Nationalpark (U.S.A.) an, daß die Entwicklung der Klimax mehrere tausend Jahre benötigt. Als eindeutig sieht er den Zusammenhang zwischen Klima, "physikalischer Umwelt" (Ausgangsgestein) und dem Zeitbedarf erneuter Waldentstehung gegeben. Nach dem selben Autor war ein hundert Jahre alter Lavastrom nur mit Moosen und Flechten bewachsen, wogegen die gleichaltrigen, feinkörnigen Aschen erneut von artrenreichen Nadelwäldern (Abies concolor, A. magnifica, Pinus contorta, P. monticola, Tsuga mertensiana) erobert wurden.

Über die Wuchsform der Nadelholzarten auf den jüngeren, weniger als 300 Jahre alten Aschen und Lavaströmen berichtet HEATH, daß es sich dabei zunächst um schlecht wüchsige, krumme und kümmernde Exemplare handelt. Dagegen zeigten dieselben Arten auf den älteren Substraten hervorragend geformte Schäfte.

Aus den oben geschilderten Untersuchungen kann demnach allgemein gefolgert werden, daß die Entwicklung einer Vegetationsdecke - gleichartige Substrate, Höhe und Exposition vorausgesetzt - im tropisch-humiden Klima um ein Vielfaches rascher abläuft als unter kontinental-ariden Bedingungen.

6.3 Beobachtungen zur Sukzession im Untersuchungsgebiet

Zweifellos verbindet sich mit der Sukzessionsfrage die Ableitung einer in sich schlüssig aufgebauten Entwicklungsreihe mit dem Ziel, die für den jeweils untersuchten Raum vorherrschende Schlußgesellschaft (Klimax) ableiten zu können. Die Schwierigkeit bei diesen Untersuchungen bestand darin, aus der Momentaufnahme des "Ist-Zustandes" das "Vorher" zu rekonstruieren und das "Nachher" zu prognostizieren. Beides muß noch als unzureichend geklärt betrachtet werden. Demzufolge kann das vorgestellte Sukzessionsschema auch nur als ein erster Versuch gelten, die komplizierten Entwicklungszusammenhänge ein wenig zu erhellen.

6.3.1 Sukzessionsgeschehen in Abhängigkeit vom Ausgangssubstrat

6.3.1.1 Besiedlung der Laven

Kompakte Lava (Pahoehoe-Lava)

Die glatte, wenige Risse, Spalten und Vertiefungen aufweisende Pahoehoe-Lava stellt an die Wiederbesiedlung besondere Probleme. Auf ihrer schwach reliefierten und strukturierten Oberfläche akkumuliert sich nur wenig feines Material. In Abhängigkeit von der Tiefe ihrer Spalten wird bereits angesammelter Feinboden durch herabfallende Regentropfen wieder herausgeschlagen. Pflanzen, die sich in tiefen Spalten haben etablieren können, sind meist extremen Temperaturwechseln und Windstärken ausgesetzt, wenn sie über das sie schützende Spaltensystem hinauswachsen. Das Aufkommen von Gehölzen ist meist nur an den Rändern der Lava oder in besonders tiefen und breiten Lavaeinbrüchen möglich.

Nur am Vulkan Antillanca ist der kompakte Lava-Typ Pahoehoe verbreitet. Die Oberfläche solcher Laven zeigt keine einheitlichen homogenen Strukturen. Vielmehr wechseln lang ausgezogene Kuppen mit flachen Vertiefungen. Auf den feinerdearmen Kuppen gedeihen in erster Linie Bestände der Reinen Ausbildung des Dicranello-Pernettyetum. Im Gegensatz zu ähnlichen Gesellschaften der Aschenstandorte sind in diesen Moose und Flechten reichlich vorhanden. Insbesondere Stereocaulon volcanicum entwickelt auf der kompakten Lava kräftige Halbkugelpolster.

In den flachen Vertiefungen kommt es durch vermehrten Materialeintrag zu Ausbildungen des Tapeinietum pumilae. Je nach Menge des oberflächlich akkumulierten Feinmaterials gedeihen die Reine Ausbildung des Tapeinietum-pumilae wie auch verschiedene Tribeles australis-Ausbildungen eng benachbart nebeneinander.

Flache, abflußlose Vertiefungen, die nach Regenfällen oft mehrere Tage überstaut bleiben, tragen eine Bartramia patens-Moos-Fazies bzw. eine Azorella lycopodioides-Fazies. Auch die Einhänge zu den Senken zeigen eine Vielzahl von Pflanzengesellschaften. Insbesondere hier finden kleinstandörtliche Expositionsunterschiede ihre Entsprechung in der jeweiligen Pflanzengesellschaft. So gedeihen auf den kühleren, länger schneebedeckten, südexponierten Einhängen zwergstrauchreiche Senecio chionophilus-Gesellschaften des Tapeinietum pumilae.Unter diesem Aspekt der länger anhaltenden Feuchtigkeit und des kühleren Expositionsklimas stellen sich hier auch Arten der Nothofagetea pumilionis (Viola reichei, Platyneurum laticostatum, Escallonia alpina, Rubus geoides) ein. Die übrigen Innsenseiten der Senken werden von verschiedenen Ausbildungen mit Gaultheria caespitosa zusammen mit der Reinen Ausbildung des Tapeinietum eingenommen.

Den Senkengrund überziehen ausschließlich die grasreichen Bestände der Danthonia-Ausbildung, die mit zunehmender Flachgründigkeit in die Reine Ausbildung des Tapeinietum pumilae oder in eine Ausbildung mit Gaultheria caespitosa übergehen.

Rauhe Lava (Aa-Lava)

Die rauhe, brüchige und stark reliefierte Oberfläche der Aa-Lava unterliegt einer viel intensiveren physikalischen Verwitterung als die kompakte Pahoehoe-Lava. Zwischen den aufgetürmten, zerklüfteten Lavabrocken

spülen die Niederschläge große Mengen sandig-schluffigen Materials zusammen. Es sammelt sich an dafür geeigneten Stellen am Boden der zahlreichen Senken- und Bruchsysteme. Bei günstiger Lage der Senke, d.h. der Materialeintrag muß höher sein als der Materialaustrag, erhöht sich in zunehmendem Maße die Wasserspeicherkapazität des Standortes; er wird damit "fängischer" für die Samen höherer Pflanzen. Da dieser Lava-Typ am Vulkan Antillanca fehlt, kann die Wiederbesiedlung nur in groben Umrissen skizziert werden.

Auf feinmaterialreichen Senken-Standorten siedeln zunächst Pionierarten, deren Samen leicht vom Wind verbreitet werden können, wie z.B. viele Kompositen. Auf dem Grund einer mit feinem Sand angefüllten Senke der blockigen Aa-Lava des Vulkans Llaima wuchs in ansonsten wüstenhafter Leere ein Sencio bipontinii-Polster. Das "Zungenende" des Lavastromes überzogen weiße Rhacomitrium willii- Rh. lanuginosum-Moospolster.

Am Senkenboden innerhalb eines Lavastromes des Vulkans Quetropillan war die Entwicklung bereits weiter vorangeschritten. Im wesentlichen handelte es sich bei den dort wachsenden Pflanzengesellschaften um artenarme Zwergstrauch-Ausbildungen des Dicranello-Pernettyetum. Lokal deutete sich bereits durch Escallonia alpina, Ribes magellanicum und Berberis buxifolia eine beginnende Gebüschentwicklung an.

6.3.1.2 Besiedlung der Aschenböden

Sandböden

Tiefgründige, durchweg feinsandreiche Ascheböden finden sich an den Vulkanen Puyehue und Mocho-Choshuenco. Skelettreicher als jene und dadurch auch etwas flachgründiger erscheinen die Böden am Vulkan Quetropillan. Vor allem an den zuerst genannten Vulkanen breitet sich ein geschlossener Horstgrasteppich mit Festuca thermarum über dem sandigen Substrat aus. Am Vulkan Quetropillan ist die Grasdecke des Perezio-Festucetum noch vorwiegend lückig aufgebaut. Erst stellenweise finden sich geschlossene Horstgrasbestände, in denen die zuvor noch deutlich vertretene Zwergstrauchkomponente stark zurücktritt. Eine vergleichbare Verarmung an Arten andiner Zwergstrauchgesellschaften zeigen auch das Gunnero-Festucetum (Vulkan Puyehue) und das Carici-Festucetum (Vulkan Mocho-Choshuenco).

Für das Verbreitungsareal des Gunnero-Festucetum können die schmalen Heidesäume (Dicranello-Pernettyetum) oberhalb der Horstgraswiesen als Vorstufe der Grasausbreitung angesehen werden.

Im Fall des Carici-Festucetum stellen ebenfalls zwergstrauchreichere Ausbildungen des Dicranello-Pernettyetum die Vorstufen der Horstgrasausbreitung dar. Darüberhinaus enthält gerade diese Grasgesellschaft in ihrer Blechnum penna-marina-Ausbildung mit der windharten Hierochloe juncifolia eine Untereinheit, deren Charakter mehr einer Dauergesellschaft an windgefegten Kuppen und Graten entspricht. Die Einheiten mit der Ericacee Pernettya poeppigii kennzeichnen dagegen einerseits Übergangsstadien zu den zwergwüchsigen Ausbildungen des Dicranello-Pernettyetum, zum anderen stellen sie die Verbindung zu den andinen Gebüschgesellschaften (Escallonion alpinae) her.

Asche- und Schlackeböden

Auf den Aschen lassen sich vermutlich zwei Sukzessionswege unterscheiden. Ihre Ausgangsgesellschaften sind

a) das Nassauvietum revolutae auf steilen, skelettreichen Standorten und

b) das Azorelletum incisae auf nicht zu steilen (weniger als 15 bis 20 Grad), sandigeren Standorten.

Bereits im Nassauvietum revolutae mischen sich im Übergangsbereich zum Dicranello-Pernettyetum niedrigwüchsige Bestände von Pernettya pumila und P. poeppigii unter die Gesellschaften der Steinschuttfluren (Nassauvietum revolutae luzuletosum, zwergstrauchreiches Stadium). Aus diesem, noch sehr viele Elemente der Senecionetea bipontinii enthaltenden Stadium entwickeln sich in erster Linie artenarme, niedrigwüchsige Ausbildungen des Dicranello-Pernettyetum.

An den Vulkanen Antillanca und Puyehue ist darüberhinaus auch ein Anschluß an die Ausbildungen des Schuttdeckers Adesmia retusa denkbar.

In Verbindung mit der einsetzenden Substratfestigung durch die zwergwüchsigen Ericaceen-Teppiche entwickeln sich in zunehmendem Maße Moos- und Flechtenpolster.

Die Weiterentwicklung des Dicranello-Pernettyetum wird vermutlich besonders stark von der Hangneigung mitbeeinflußt. Auf flachen bis mäßig geneigten Standorten (Gras-Ausbildung des Dicranello-Pernettyetum) stellt das Tapeinietum pumilae die Folgegesellschaft dar. Je steiler und zugleich bewegter der Standort, desto wahrscheinlicher wird ein Anschluß an das hochwüchsige Erigeroni-Pernettyetum typicum (Pernettya poeppigii-Ausbildungen mit Arten der Steinschuttgesellschaften).

Edaphische Extremstandorte wie beispielsweise flachgründige Böden auf Kuppen tragen Gaultheria caespitosa-Ausbildungen, die nur schwer in ein Sukzessiosschema einzuordnen sind. Es könnte sich um edaphisch bedingte Dauergesellschaften handeln.

Insbesondere in der Reinen Gunnera- und der Gunnera-Ausbildung mit Maytenus treten Arten der Nothofagetea pumilionis gehäuft auf. Möglicherweise geht die Embothrium coccineum-Ausbildung des Carici-Nothofagetum aus beiden Ausbildungen hervor. Sie würde damit entwicklungsbiologisch große Teile des Tapeinietum pumilae an den Lenga-Wald binden. Auf der anderen Seite stehen die Ausbildungen des Erigeroni-Pernettyetum.

Die grasreiche Subassoziation des Erigeroni-Pernettyetum mit Cortaderia pilosa kann vermutlich, den Gaultheria caespitosa-Ausbildungen des Tapeinietum vergleichbar, als Dauergesellschaft betrachtet werden. Es ist kaum vorstellbar, daß in dem dichten Gras- und Wurzelfilz Strauch- oder Baumsamen keimen können. Erst durch tiefgreifende, mechanische Schädigungen der Pflanzendecke wäre die Ausbreitung von Sträuchern und Bäumen möglich (s.dazu auch Carici-Festucetum, Kap. 3.4.4.2). Oft stokken die Cortaderia-Bestände auf sanft ansteigenden, schüsselförmig ausgehöhlten Hangseiten räumlich, nicht aber entwicklungsbiologisch dem Escallonia-alpina Gebüsch benachbart. Im steileren Gelände sind die Einheiten des Dicranello-Pernettyetum nicht nur räumlich sondern auch dynamisch-genetisch enger mit den hochwüchsigen aber lückigen Beständen des Erigeroni-Pernettyetum typicum verbunden. Auch hier lassen sich vermutlich zwei getrennt verlaufende Serien (eine auf sandigerem Substrat, die andere auf grober Asche) unterscheiden, die am Ende ihrer Entwicklung in eine gemeinsame Buschwald-Ausbildung münden.

Die Sand-Serie beginnt vermutlich mit der Sisyrinchium-Ausbildung des Azorelletum incisae bzw. dem Nassauvietum revolutae azorelletosum. Aus beiden Ausbildungen entwickeln sich zunächst zwergstrauchreichere Bestände des Dicranello-Pernettyetum die zum Erigeroni-Pernettyetum typicum (Pernettyetum poeppigii-Ausbildung mit Acaena pinnatifida und Nothofagus pumilio) später dann zum geschlossenen Lenga/Ñire-Buschwald (Pernettya poeppigii-Ausbildung mit N. pumilio) ohne Beteiligung von Polsterpflanzen überleiten.

Die Aschen-Serie beginnt vermutlich mit dem zwergstrauchreichen Nassauvietum revolutae typicum, aus der in der Folge die Pernettya poeppigii-Ausbildung mit Azorella incisa hervorgeht. Die weitere Entwicklung verläuft dann parallel zur Entwicklungsserie auf sandigeren Standorten.

Aus dem offenen Lenga/Ñire-Buschwald entwickelt sich, unter ungestörten Standortsbedingungen der Lenga-Wald bzw. das Lenga-Krummholz. Die Ñire bleibt, wenn überhaupt, nur an besonders extremen Standorten der Waldgrenze erhalten (vergl. dazu auch Kap. 5.5.3).

Die Ergebnisse der Überlegungen zur Sukzession auf den verschiedenartigen Substraten sind in Abb. 13 zusammengefaßt. Hier werden auch mögliche Querverbindungen zwischen einzelnen Gesellschaften deutlich. Natürlich verlaufende Sukzessionen werden dabei mit einer durchgezogenen Linie dargestellt, während durch natürliche Faktoren (Quellwasser, Überschotterung) abgelenkte Sukzessionen gestrichelt dargestellt werden (vergl. auch SEIBERT, 1962).

6.4 Allogene oder autogene Sukzession ?

Kritische Beurteilung der eigenen Ergebnisse

Die grundlegende Frage, von der die Richtigkeit der Aussagen zum Sukzessionsgeschehen ganz entscheidend beeinflußt wird, lautet: Folgen die hier miteinander verknüpften Ausbildungen einer autogen ablaufenden Sukzession, die ausschließlich auf einer Wechselwirkung zwischen dem von außen nicht beeinflußten Boden und dem aufstockenden Pflanzenbestand beruht, oder handelt es sich vorwiegend um allogen beeinflußte Sukzessionsvorgänge (standortsabhängige Entwicklungsreihe: vergl. auch SEIBERT, 1962).

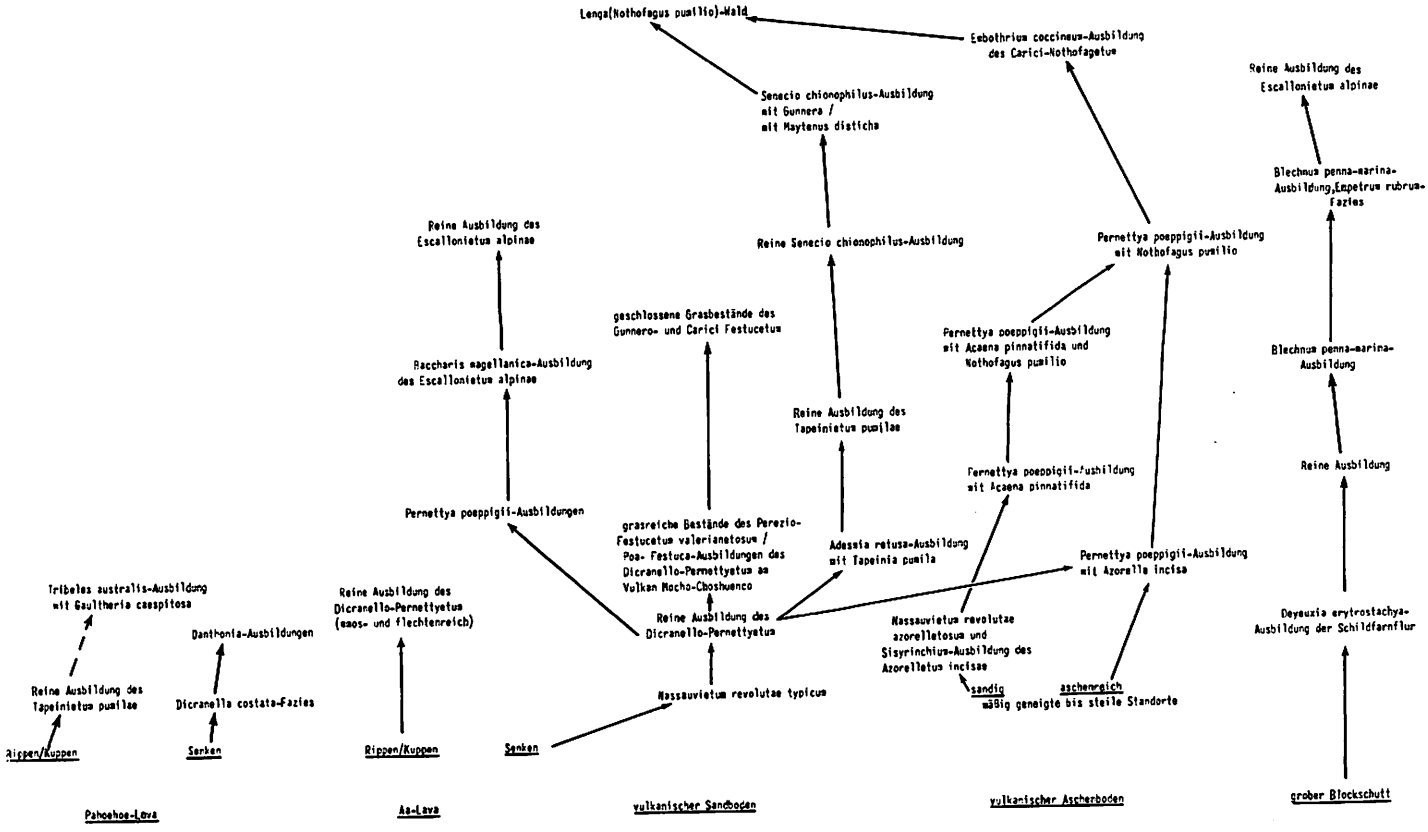


Abb. 13 Gesellschaftsentwicklung auf vulkanischen Substraten.

Die Stabilisierung der vulkanischen Aschen ist noch nicht abgeschlossen; folglich kommt es durch Aschenfließen immer wieder zu Standortsveränderungen.
Abtragung und Sedimentation im großen Stil bewirkt der über den Andenkamm von Osten einfallende, dem Föhn vergleichbare "Puelche". Über den weiten, vegetationsfreien Aschefeldern reißen die sturmartigen Böen vor allem feines Bodenmaterial empor, führen es in großen Staubwolken mit sich und bringen es, in Abhängigkeit von der orografischen Situation, entweder örtlich konzentriert oder weitflächig verteilt zur Ablagerung.
Die Poa-Fazies des Nassauvietum revolutae sowie des Azorelletum incisae verdanken möglicherweise diesem Sedimentationsvorgang ihre Existenz. Ihre Weiterentwicklung ist völlig unklar. Die gewaltigen Staubwolken enthalten neben sterilem Vulkanstaub auch reiferes Bodenmaterial.

Die geschilderten Vorgänge lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Aschenfließen und Überschotterungen unterschiedlichen Ausmaßes führen zu abgelenkten Sukzessionen zunächst regressiver Natur.

2. An den ostexponierten "Föhn"-Prallhängen kommt es zu
   a) Bodenverdichtung
   b) Ausblasung der feinen Bodenkomponente,
   c) Verarmung der Pflanzengesellschaften, dürftigem Wuchs.

3. Kleinflächig konzentrierte äolische Ablagerungn führen zu beschleunigter Vegetationsentwicklung.

4. Flächenhafte Sedimentation führt zu allgemein verbesserten Standortsverhältnissen.

Demnach treten autogene und allogene Sukzessionsvorgänge unter den oben geschilderten Bedingungen stets gemeinsam auf. Für die eigenen Untersuchungen kann daraus zunächst abgeleitet werden, daß die zahlreichen Ausbildungen nur bedingt miteinander in direktem Entwicklungszusammenhang stehen und daß die Schlußgesellschaft der untersuchten Höhenstufe zwar durch den Lenga(Nothofagus pumilio)-Wald repräsentiert wird, es aber noch keine allseits befriedigende Darstellung einer Entwicklungsreihe gibt, mit der die vollständige Entwicklung bis zu dieser Waldform dargestellt werden könnte.

Die Literaturdurchsicht zur Pflanzensukzession auf vulkanischem Material in Chile zeigt, daß das Wissen um diese Vorgänge noch sehr fragmentarisch ist (QUINTANILLA, 1981; KUNKEL, 1958; VEBLEN, 1977 et al.).

Dauerbeobachtungen über den Verlauf der Pflanzeninvasion kurz nach einem Ausbruch fehlen sowohl auf Laven als auch auf Aschen, so daß über den Ausgangszustand, den anzusetzenden Entwicklungszeitraum und die Regenerationsfähigkeit zerstörter Pflanzenbestände nichts bekannt ist.

Sukzessionsbeginn

Die Studien zum Sukzessionsbeginn in anderen vulkanischen Gebieten lassen sich mit den eigenen Ergebnissen weitestgehend parallelisieren.

So zeigten die Feldbeobachtungen am Vulkan Antillanca, daß gerade die aufgewölbten Lavadecken am Grunde des Colorado Kraters noch sehr stark mit Flechten (Stereocaulon volcanicum, St. implexum) und Moosen (Rhacomitrium willii, Rh. lanuginosum) bewachsen sind; Flechten- und Moos-Gattungen also, in manchen Fällen in anderen Gebieten bis zur Art identisch.

Auf Aschen und Schlammströmen setzt dagegen die Wiederbesiedlung mit Bakterien-, Algen- und Moosgesellschaften ein. Interessant hierbei ist, daß auch in Japan (TAGAWA, 1966) und in Alaska (GRIGGS, 1934) eine Dicranella-Art mit zu den ersten Besiedlern vulkanischer Aschen zählt. Gerade Dicranella costata kennzeichnet an südchilenischen Vulkanen die Übergangsstandorte der zwergwüchsigen Ericaceen-Teppiche des Dicranello-Pernettyetum zu den Steinschuttfluren. Offensichtlich gibt es innerhalb der Gattung Dicranella mehrere Arten, die frühe Sukzessionsstadien kennzeichnen.
Im Gegensatz zu TREUB (1888) und GRIGGS (1934) wurden aber keine ausgedehnten Algen- bzw. Lebermooskolonien gefunden. Die Entwicklung solcher Gesellschaften kann in Abhängigkeit vom herrschenden Allgemeinklima und den Bodeneigenschaften gesehen werden. Solche niedrigorganisierten Pflanzengesellschaften stellen in der Sukzession die erste Phase dar und haben nur so lange Bestand, wie sie auf unreifer Asche und Lava konkurrenzlos sind. Mit zunehmender Substratentwicklung werden die Cryptogamen-Gesellschaften offensichtlich rasch von höheren Pflanzen verdrängt. Im tropisch-feuchten Klima Krakataus standen der Entwicklung

der Blaualgen-Kolonien stets genügende Feuchtigkeitsmengen zur Verfügung. Auch das kühl-humide Klima Alaskas (GRIGGS) förderte die Lebermoos-Verbreitung.

Falls es solche Gesellschaften im Untersuchungsgebiet gegeben haben sollte, können sie heute nicht mehr nachgewiesen werden.

Sukzessionsdauer

Die Sukzessionsdauer wird ganz entscheidend von Substrat, Höhe ü. NN., Exposition und Klima beeinflußt.

In diesem Zusammenhang ist die von LEONARD (1958) getroffene Feststellung bedeutsam, daß die Aschen-und Schlackenschichten praktisch keinerlei Wasserhaltefähigkeit besitzen und damit selbst in niederschlagsreichen Gebieten sich die Vegetation anfangs aus xeromorph gebauten Pflanzen zusammensetzt (s. dazu auch Kap. 4). Demzufolge bestimmt auch die Bodenart in ganz entscheidendem Maße die Zusammensetzung der Pflanzendecke sowie die Dauer der einzelnen Entwicklungsphasen.

So übersteigen die jährlichen Niederschläge am Vulkan Antillanca zwar 5000 mm, aber auf großen Flächen wachsen bisher nur Polsterpflanzengesellschaften; eine Tatsache, die durch das grobporenreiche Aschen- und Schlackengestein genügend begründet werden kann (vgl. auch Kap. 4).

Einzelne Lenga (Nothofagus pumilio), Ñire (N. antarctica) und Araucaria araucana, die trotzallem die skelettreichen Aschen besiedeln, zeigen knorrig verzweigte Wuchsformen, vergleichbar dem, was HEATH (1966) für Abies concolor u.a. Nadelholzarten aus dem Lassen-Nationalpark berichtete.

Über den für die Entwicklung geschlossener Lenga (Nothofagus pumilio)-Waldbestände anzusetzenden Zeitraum können keine näheren Angaben gemacht werden. Die Literaturangaben zur Sukzessionsdauer vom Initialstadium bis zur Klimax (meist Waldformationen), geben für die verschiedenen Vulkanregionen der Erde Zeiträume zwischen einigen Jahrhunderten in tropisch-humiden (TAYLOR, 1957; BEARD, 1976) und mehreren Jahrtausenden in kontinental-ariden Gebieten (EGGLER, 1941) an.

Für die aus schattentoleranten und lichtbedürftigen Arten zusammengesetzten immergrünen Nothofagus-Urwälder der valdivianischen Anden Süd-Chiles nimmt UEBELHÖR (1983) einen Entwicklungszeitraum der Klimax von mindestens 1000 Jahren an.

Um sichere Aussagen sowohl zum Sukzessionsverlauf als auch über den Zeitraum, der zur Entwicklung der einzelnen Vegetationseinheiten führt, abgeben zu können, bedarf es gleichartiger Substrate gleicher Exposition und Höhe ü. NN. (MUELLER-DOMBOIS, 1979). Ohne diese notwendigen Voraussetzungen ist allein aus dem floristischen Vergleich nicht zu entscheiden, inwieweit autogene oder allogene Sukzessionsprozesse die Gesellschaftsentwicklung beeinflussen. Erst hiermit können die räumlich benachbarten Pflanzengesellschaften auch zeitlich eingeordnet werden.

7 Schlussbetrachtung

Mit den wenigen pflanzensoziologischen Aufnahmen von OBERDORFER (1960) und VILLAGRAN (1980) über die andinen Pflanzengesellschaften Süd-Chiles, konnte der Typus dieser Gesellschaften natürlicherweise nur annähernd beschrieben werden. Ebenso erlaubten die Aufnahmen dieser Autoren nur in groben Umrissen die Ableitung der vollständigen floristischen Artenkombination und der Charakterarten.

Beides stellt aber im BRAUN-BLANQUETschen System die tragenden Säulen dar, auf deren Existenz sich das systematische Gebäude gründet. Dieser Umstand birgt in sich bereits die Forderung nach einer nicht nur lokalen sondern auch regionalen Bearbeitung der Pflanzengesellschaften, um aus der regionalen Übersicht heraus die diagnostisch (soziologisch und geographisch) wichtigen Arten jeder dieser Formationen herauszuarbeiten.

So ermöglichte die vorliegende regionale Bearbeitung überhaupt erst eine differenziertere Betrachtungsweise des soziologisch-ökologischen Verhaltens der Arten.

Damit eng verknüpft ist die Frage nach dem diagnostischen Wert, den diese Arten für eine bestimmte Gesellschaft besitzen. "Gute" Assoziationscharakterarten ergaben sich (bis auf wenige Ausnahmen) fast problemlos aus der Tabellenarbeit. Dagegen erscheint die Benennung von Verbands-, Ordnungs- und Klassencharakterarten als verfrüht, da hierfür zunächst die Gesellschaftsvielfalt im Gesamtverbreitungsareal einer bestimmten Formation erarbeitet werden muß.

Dementsprechend fließen bei den untersuchten Pflanzengesellschaften bis auf weiteres Verbands-, Ordnungs- und Klassencharakterarten noch zusammen (Ausnahme: Nothofagetea pumilionis und Nothofagetea antarcticae).

Ökologisch waren die andinen Pflanzengesellschaften Süd-Chiles bisher kaum untersucht worden. Zwar konnten aufgrund der Beobachtungen während der Geländearbeiten Erkenntnisse zur Ökologie der Pflanzengesellschaften gewonnen werden, dennoch sind fundierte Aussagen darüber nur durch standortskundliche Analysen zu gewinnen.

In den bodenkundlichen Ergebnissen spiegelt sich dagegen interessanterweise die soziologisch-systematische Einordnung der Pflanzengesellschaften klar wider. Demnach stehen die skeletthaltigen, grobporenrei-

chen Böden des zwergwüchsigen Dicranello-Pernettyetum standortsökologisch den Steinschuttgesellschaften näher als den Zwergstrauchheiden. Dies entspricht aber auch ihrer Stellung als Übergangsgesellschaft. Auch bei den übrigen bodenkundlich untersuchten Gesellschaften trat der Zusammenhang von Boden und aufstockendem Pflanzenbestand klar hervor. Es wäre wünschenswert, solche Untersuchungen auch auf die übrigen Teiluntersuchungsgebiete auszudehnen und neben den gemessenen bodenkundlichen Parametern noch weitere, möglicherweise entscheidende für die standortsöklogische Beurteilung der Pflanzengesellschaften, mit in die Analyse einzubeziehen.

Ebenso sind die in dieser Arbeit vorgestellten Überlegungen zur Vegetationsentwicklung noch in einen breiteren Untersuchungsrahmen zu stellen.

Vor allem die Einrichtung von Dauerbeobachtungsflächen auf gleichartigen und gleichaltrigen vulkanischen Substraten könnten wertvolle Hinweise über Sukzessionsbeginn und Dauer einzelner Vegetationsentwicklungsstadien geben. Damit ließe sich auch die Wiederausschlagsfähigkeit scheinbar irreversibel geschädigter Arten oder ganzer Pflanzengemeinschaften überprüfen.

Eine solche Untersuchung hätte auch feinere Standortsunterschiede wie z.B. Entfernung zum nächstgelegenen Pflanzenbestand und Ausmaß der Aschenüberdeckung zu erfassen.

Diese Messungen wären interessant,um Richtung und Geschwindigkeit des Wiederbesiedlungsgeschehens genauer verstehen zu können. HEATH (1966) weist darauf hin, daß zumindest die Artenkombination der frühen Sukzessionstadien von der Nähe samenspendender Pflanzenbestände und der Art der Samenverbreitung beeinflußt wird.

8 Zusammenfassung

An verschiedenen Vulkanen Süd-Chiles (Vulkan Llaima, Quetropillan, Mocho-Choshuenco, Puyehue, Antillanca, Osorno, Puntiagudo und Cerro Riggi) wurden von 1980 bis 1982 die andin verbreiteten Pflanzengesellschaften soziologisch und bodenkundlich bearbeitet. Dabei wurde der Vulkan Antillanca (Nationalpark-Puyehue) als vegetationskundliches Hauptuntersuchungsgebiet gewählt. Die wichtigsten Ergebnisse der Untersuchung sind:

a) Vegetationskundliche Untersuchungen

- Die obere Grenze der Phanerogamen-Vegetation bilden die lückigen, einschichtig strukturierten Steinschuttgesellschaften (Senecionetea bipontinii Oberd. 60 em.). Ihre wichtigsten Charakterarten sind polsterbildende Kompositen (Nassauvia revoluta, N. dentata, N. lagascae var. lanata, Senecio bipontinii, S. subdiscoideus) und eine zwergenhafte Papilionacee (Adesmia longipes). Von den Steinschuttgesellschaften werden zwei Assoziationen - Nassauvietum revolutae und Azorelletum incisae - unterschieden, die dem einzigen Verband (Nassauvion revolutae all.nov.) dieser Klasse angehören. Vorläufig wird auch die im groben Gesteinsschutt wachsende Schildfarnflur (Polystichum mohrioides var. plicatum-Gesellschaft) den Senecionetea bipontinii zugeordnet.

- Ericaceenreiche Zwergstrauchgesellschaften (Quinchamalio-Pernettyeta class.nov.) schließen sich entweder als schmale Bänder oder als breite Gürtel unterhalb der Senecionetea bipontinii an. Zu ihren Charakterarten zählen u.a. Pernettya pumila, Quinchamalium chilense (Santalaceae), Senecio triodon, Adesmia retusa und Baccharis magellanica. Physiognomisch herrschen Ericaceen-Zwergsträucher (Empetrum rubrum, Pernettya poeppigii) vor. Drei Assoziationen werden unterschieden:

- das Dicranello-Pernettyetum (zwergwüchsig, artenarm, auf groben Schlacken und Aschen, mit wenig Feinsand), das

- Erigeroni-Pernettyetum (hochwüchsig, artenreich, ebenfalls noch aschenhaltige Böden, aber vermehrt organische Substanz im Oberboden) und das

- Tapeinietum pumilae (rasenbildende Iridaceae, aschenhaltige Böden, im Oberboden aber feinsand- und schluffreich),

deren Verbands-, Ordnungs- und Klassenkennarten noch zusammenfließen.

- An drei der untersuchten Vulkane (Quetropillan, Mocho-Choshuenco und Puyehue) waren Festuca-Horstgrasgesellschaften (Festucetea thermari class. nov.) flächig ausgebreitet. Charakter- und zugleich physiognomisch bedeutendste Art ist Festuca thermarum. Auf Assoziationsebene werden drei Gesellschaften unterschieden, wovon eine zunächst provisorisch gefaßt wurde: Gunnero-Festucetum ass. nov. prov. (Vulkan Puyehue) ohne eigene Charakterarten; Carici-Festucetum ass. nov. (Vulkan Mocho-Choshuenco) AC = Carex gayana var. gayana und Perezia lysata und das Perezio-Festucetum ass. nov (Vulkan Quetropillan) AC = Perezia fonckii. Die Klasse der andinen Horstgrasgesellschaften besteht aus einem Verband und einer Ordnung.

- Zu den bereits beschriebenen Assoziationen der laubabwerfenden Lenga(Nothofagus pumilio)-Wälder tritt eine weitere aus dem Vulkangebiet des Antillanca, das Carici-Nothofagetum pumilionis ass. nov. prov. hinzu.

- Die azonalen Sicker- und Quellflurengesellschaften (Caltho Ourisietea Oberd. 60) werden durch einige Aufnahmen ergänzt, aber nicht näher eingeordnet.

b) Bodenkundliche Untersuchungen

- Die Auswertung einiger bodenkundlicher Parameter geschah mit einer Diskriminanzanalyse. Die Analyse ergab, daß hinsichtlich des Gesamtporenvolumens (GPV), C-Gehaltes (C) und Feinsandanteils (FSand) deutliche Unterschiede zwischen den auf Assoziationsebene beschriebenen Zwergstrauchgesellschaften und Steinschuttgesellschaften bestehen. Dabei wiesen die Steinschuttgesellschaften die niedrigsten GPV (56 %) , FSand (5 %) - und C-Werte (0,3 mg/g) auf. Das Dicranello-Pernettyetum, Übergangsgesellschaft der Quinchamalio-Pernettyetea zu den Senecionetea bipontinii, vermittelt auch standortsökologisch zwischen den grobschlackigen Böden der Steinschuttgesellschaften (Senecionetea bipontinii) einerseits und den sandreicheren Böden der Zwergstrauchgesellschaften (Quinchamalio-Pernettyetea) andererseits.

c) Synsystematische Bewertung und Einordnung der untersuchten Vegetationseinheiten

- Die Klasse der Senecionetea chilensis Oberd. 60 wurde in Senecionetea bipontinii Oberd. 60 em. umbenannt, da ein Bestimmungsfehler der namengebenden Charakterart vorlag.

- Die Aufstellung einer neuen Zwergstrauchklasse, der Quinchamalio-Pernettyetea wurde vorgeschlagen, da nach eingehender Prüfung keinerlei hinreichend begründbare Voraussetzungen weder für einen Anschluß an die in Süd-Chile verbreiteten Tieflandsheiden (Empetro-Pernettyetea Oberd. 60) noch an die südpatagonischen Heiden (Empetro-Bolacetea Roig et al. 83) bestehen.

- Die Trennung der von OBERDORFER (1960) aufgestellten Klasse der sommergrünen Südbuchenwälder (Nothofagetea pumilionis-antarcticae) in zwei neue Klassen:
  Nothofagetea pumilionis Oberd. 60 em. (Lenga-Wälder) und
  Nothofagetea antarcticae Oberd. 60 em. (Ñire-Buschwälder)
  wird aufgrund floristisch-soziologischer, ökologischer, räumlicher und struktureller Verschiedenheiten vorgeschlagen.

d) Gesellschaftsentwicklung auf vulkanischem Ausgangsgestein

In Abhängigkeit vom Ausgangsgestein beginnt die Sukzession auf den Oberflächen der Laven mit Flechten und Moosgesellschaften; in den feinmaterialreichen Senken dagegen entwickeln sich zunächst Farne, später dann krautige und verholzende Phanerogamen. Auf sterilen Aschendecken gehören Bakterien, Blaualgen und Lebermoose zu den ersten Pionieren. Später stellen sich vor allem horstbildende Gräser und Zwergsträucher ein. Der Zeitraum von ersten Pionierstadien zur Klimax-Gesellschaft wird vom Klima, Ausgangssubstrat, von der Exposition und der Höhe ü. NN. beeinflußt. In tropisch-humiden Gegenden vollzieht sich die Entwicklung in wenigen Jahrhunderten, dagegen benötigt sie in kontinental-ariden mehrere Jahrtausende.

Resumen

En diferentes volcanes del Sur de Chile (Volcán Llaima, Quetropillan, Mocho-Choshuenco, Puyehue, Antillanca, Osorno, Puntiagudo y Cerro Riggi) se investigaron entre 1980 y 1982, utilizando el método de BRAUN-BLANQUET, las comunidades vegetales altoandinas y sus suelos correspondientes. Entre los volcanes se eligió como terreno principal para las investigaciones el volcán Antillanca. Los resultados del trabajo fueron los siguentes:

a) Investigaciones fitosociológicas

- El límite altitudinal de las fanerógamas forman comunidades abiertas de pedreras compuestas de un solo estrato herbáceo (Senecionetea bipontinii Oberd. 60 em.) Sus especies más características son compuestas de hábito en cojín por ej. Nassauvia revoluta, N. dentata, N. lagascae var. lanata, Senecio bipontinii, S. subdiscoideus y una leguminosa enana (Adesmia longipes). Entre las comunidades de pedreras se describieron dos asociaciones: el Nassauvietum revolutae y el Azorelletum incisae. Ambas asociaciones pertenecen a la alianza Nassauvion revolutae all.nov.,ubicada en la clase Senecionetea bipontinii. Por el momento la comunidad vegetal del helecho Polystichum mohrioides var. plicatum Oberd. 60 pertenecería a la clase Senecionetea bipontinii.

- En el piso inferior de las comunidades de pedreras se extienden comunidades de arbustos enanos en angostas o amplias fajas (Quinchamalio-Pernettyetea clas. nov.) formadas en gran parte por ericáceas. Entre las especies mas típicas se observa Pernettya pumila, Quinchamalium chilense (Santalaceae), Senecio triodon, Adesmia retusa y Baccharis magellanica, dominando ericáceas como Empetrum rubrum y la Pernettya poeppigii. Se distingue aqui tres asociaciones:

- el Dicranello-Pernettyetum ass.nov. de hábito enano, pobre en especie creciendo sobre ceniza volcánica gruesa con poca arcilla.
- el Erigeroni-Pernettyetum ass.nov. de hábito más desarrollado, con muchas especies y un suelo más rico en materia orgánica, y
- el Tapeinietum pumilae ass.nov. de hábito cespitoso sobre escoria fina en terrenos poco inclinados.

Estas especies a la vez son características de la alianza, del orden y de la clase.

Tres de los volcanes investigados están cubiertos por una comunidad graminosa de Festuca thermarum (Festucetea thermari clas.nov.). A nivel de asociación se describen tres comunidades:

- el Gunnero-Festucetum ass.nov.prov. del volcán Puyehue todavía de carácter provisorio por ausencia de especies características.

- El Carici-Festucetum ass.nov. (vn. Mocho-Choshuenco) AC = Carex gayana var. gayana y Perezia lysata, y

- el Perezio-Festucetum ass.nov. (vn. Quetropillan) AC = Perezia fonckii.
Actualmente la clase posee una alianza y un solo orden.

- En la clase de los bosques caducifolios de lenga (Nothofagus pumilio) se presenta para el volcán Antillanca una nueva asociación provisoria: el Carici-Nothofagetum pumilionis ass.nov.prov..

- En la clase Caltho-Ourisietea Oberd.60 se añadieron algunos inventarios vegetales sin clasificarlos sinsistemáticamente.

b) Análisis de suelo

La determinación de algunos parámetros físicos y químicos se efectuó estadísticamente con el análisis de discriminantes. Los resultados fueron los siguentes: En lo que respecta a la porosidad total (GPV), contenido de arena fina (FSand) y contenido de carbono (C) existieron diferencias profundas a nivel de las asociaciones analizadas. Los resultados más bajos para el GPV*(56%), FSand*(5%) y C*(0,3 mg/g) se observaron en las comunidades de pedreras. El Dicranello-Pernettyetum es una comunidad transitoria entre los matorrales altoandinos (Quinchamalio-Pernettyetea) y las comunidades de pedreras (Senecionetea bipontinii). Tal transición se refleja no sólo en las características florísticas sino también en las edáficas.

* abreviatura en alemán

c) Evaluación y ordenación sinsistemática de las comunidades investigadas

- Se cambió de nombre a la clase Senecionetea bipontinii Oberd. 60 con motivo de una determinación incorrecta de la especie característica.

- Se propuso una nueva clase de matorrales altoandinos: Quinchamalio-Pernettyetea, porque no había ni relaciones estrechas con los matorrales sudchilenos de terrenos bajos (Empetro-Pernettyetea Oberd.60) ni con los del sur de la Patagonia (Empetro-Bolacetea Roig et al. 83).

- Se propuso la partición de los bosques caducifolios Nothofagetea pumilionis-antarcticae Oberd. 60 en dos nuevas clases:

Nothofagetea pumilionis Oberd. 60 em. y (bosques de lenga)
Nothofagetea antarcticae Oberd. 60 em (matorrales y bosques achaparrados de ñire)

teniendo en cuenta diferencias estructurales, florístico-sociológicas, ecológicas y locales.

d) Sucesión sobre material volcánico

Dependiente del sustrato la sucesión comienza con líquenes y musgos sobre rocas volcánicas. En cambio en grietas profundas con material fino el desarrollo comienza con helechos, sucediéndole luego fanerógamas herbáceas y leñosas. Sobre ceniza volcánica esteril las especies pioneras son bacterias, algas azules y hepáticas. Después se instalan gramíneas y matorrales enanos. El periodo de las primeras pioneras hasta la comunidad climax depende del clima, del sustrato, de la exposición y de la altura sobre el nivel del mar. En terrenos tropicales húmedos este lapso comprende algunas centurias. Seguramente dicho lapso se extiende en zonas áridas continentales a lo largo de milenios.

8 Literaturverzeichnis

ASAI, T. (1952): Die Vegetation auf den Kegeln des Aso-Vulkans. Kumamoto Jour. of Science Ser. B 1: 1-32.

ASAI, T. (1952): Zur Ökologie der Vulkanpflanzen von Asosan. Kumamoto Jour. of Science Ser. B. 1: 33-82.

AUER, V. (1950): Las capas volcanicas como base de la cronologia postglacial de Fuegopatagonia. Min. de Agricultura y Ganaderia. Publicacion No. 9.

BACKER, C.A. (1929): The problem of Krakatao as seen by a botanist.Java Weltevreden. 299 S.

BARKMAN, J.J., MORAVEC, J. und RAUSCHERT, S. (1976): Code der pflanzensoziologischen Nomenklatur. Vegetatio 32 (3): 131-185.

BAZZAZ, F.A. (1979): The physiological Ecology of plant succession.Ann. Rev. Ecol. Syst. 10: 351-371.

BEARD, J.S. (1945): The progress of plant succession on the Soufriere of St. Vincent. Jour. Ecol. 33 (1): 1-9.

BEARD, J.S. (1976): The progress of plant succession on the Soufriere of St. Vincent: observations in 1972. Vegetatio 31 (2): 69-77.

BESOIN, E. (1969): Untersuchungen von Böden aus Pyroklastiten (Asche und Tuffe) Chiles, Japans, Deutschlands und Italiens. Diss. Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Univ. Bonn 344 S..

BOOTH, W.E. (1941): Algae as pioneers in plant succession and their importance in erosion control. Ecol. 22 (1): 38-46.

BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. Wien - New York:Springer 3. Aufl. 865 S.

BRIONES, C.E. (1978): La vegetacion del Parque Nacional Puyehue (Osorno Chile). Tesis: Universidad Austral de Chile, Fac. de Letras y Educacion. 193 S.

BUCH, v. M.W. (1970): Der Einfluß vulkanischer Eruptionen und Erdbeben auf die Böden Südchiles. Z. deutsch. geol. Ges. 121: 225-252.

BUOL, S.W., HOLE, F.D. & McCRACKEN, R.J. (1980): Soil genesis and classification. 2nd Ed. Iowa State Univ. Press.

CABRERA, A.L. (1958): Fitogeografia. La Argentina. Suma de Geografia Tomo 3 - Capitulo 2, Buenos Aires 207 p..

CAMPBELL, D.H. (1909): The new flora of Krakatau. Am. Nat. 43: 449-460.

CASERTANO, L. (1963): General characteristics of active andean volcanoes and a summary of their activities during recent centuries.Bull. Seis. Soc. Am. 53 (6): 1415-1433.

CLEMENTS, F.E. (1936): Nature and structure of the climax. Jour. Ecol. 24: 252-284.

CONNELL, J.H., SLATYER, R.O. (1977): Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. Am. Nat. 111 (982): 1119-1144.

DILMY, A. (1965): Pioneer plants found one year after the 1963 eruption of Agung in Bali. Pac. Sci. 19 (4): 498-501.

DOTY, M.S., MUELLER-DOMBOIS, D. (1966): Atlas for Bioecology studies in Hawaii Volcanoes National Park. Hawaii Bot. Sci. Paper 2, Univ. of Hawaii. 507 S.

DRURY, W.H., NISBET, I.C.T. (1973): Succession. J. Arnold Arbor. 54(3): 331-368.

EGGLER, W.A. (1941): Primary succession on volcanic deposits in Southern Idaho. Ecol. Monogr. 11 (3): 277-298.

EGGLER, W.A. (1959): Manner of invasion of volcanic deposits by plants with further evidence from Paricutin and Jorullo. Ecol. Monogr. 29 (3): 267-284.

EGGLER, W.A. (1963): Plant life of Paricutin Volcano, Mexico, eight years after activity ceased. Am. Midl. Nat. 69 (1): 38-68.

EGGLER, W.A. (1971): Quantitative studies of vegetation on sixteen young lava flows on the Island of Hawaii. Tropical Ecology 12 (1): 66-100.

ELLIES, A. (1975): Untersuchungen über einige Aspekte des Wasserhaushaltes vulkanischer Ascheböden aus der gemäßigten Zone Südchiles. Diss. Fak. Gartenbau und Landeskultur, TU Hannover.

ERNST, A. (1907): Die neue Flora der Vulkaninsel Krakatau. Zürich: Von Fäsi & Beer. 77 S.

ERNST, A. (1910): Die Besiedelung vulkanischen Bodens auf Java und Sumatra. Vegetationsbilder. 7. Reihe, Heft 1 u. 2, Jena.

ERNST, A. (1934): Das biologische Krakatauproblem. Zürich: Von Fäsi & Beer. 187 S.

ESKUCHE, U. (1968): Fisionomia y sociologia de los bosques de Nothofagus dombeyi en la region de Nahuel Huapi. Vegetatio 16: 192-204.

ESKUCHE, U. (1969): Berberitzengebüsche und Nothofagus Antarcticawälder in Nordwestpatagonien. Vegetatio 12: 264-285.

ESKUCHE, U. (1975): Estudios fitosociologicos en el norte de Patagonia. I. Investigacion de algunos factores de ambiente en comunidades de bosque y de chaparral. Phytocoenologia 1: 64-114.

FOSBERG, F.R. (1967): Observations on vegetation patterns and dynamics on hawaiian and galapageian volcanoes. Micronesica 3: 129-134.

FRIDRIKSSON, S. (1978): Vascular plants on Surtsey, 1971-1976. Surtsey Research Progress Report VIII. Reykjavik.

GADOW, H. (1930): Jorullo. Cambridge 100p..

GOODALL, D.W. (1962/63): The continuum and the individualistic association. Vegetatio 11: 297-316.

GREZ, R. (1977): Nährelementhaushalt und Genese von Böden aus vulkanischen Aschen in Südchile. Freiburger Bodenkundl. Abh. Heft 6.Diss.

GRIGGS, R.F. (1915): The effect of the eruption of Katmai on land vegetation. Bull. Am. Geog. Soc. 47: 193-203.

GRIGGS, R.F. (1933): The colonization of the Katmai ash a new and inorganic "soil". Am. Jour. Bot. 20 (2): 92-113.

GRIGGS, R.F. (1934): Growth of liverworts from Katmai in nitrogen-free media. Am. Jour. Bot. 21: 265-277.

GRISEBACH, A. (1884): Die Vegetation der Erde. Leipzig. 2 Bde.

HEATH, J.P. (1966): Primary conifer succession, Lassen volcanic National Park. Ecol. 48 (2): 270-275.

HENDRIX, L.B. (1981): Post-eruption succession on isla Fernandina,Galapagos. Madrono 28 (4): 242-254.

HEUSSER, C. J. (1974): Vegetation and climate of the southern chilean lake district during and since the last interglaciation. Quaternary Res. 4: 290-315.

HILDEBRAND-KOTTKAMP, R. (1982): Die Vegetation der Tieflandsgebüsche des südchilenischen Lorbeerwaldgebietes unter besonderer Berücksichtigung der Neophytenproblematik. Diss. Univ. Gießen 221 S..

HOWARD, R.A. (1962): Volcanism and vegetation in the Lesser Antilles. Jour. Arn. Arb. 43 (3): 279-314.

HOWARD, R.A., PORTECOP, J. and MONTAIGNAC , P. de (1980): The post-eruptive vegetation of La Soufriere Guadeloupe, 1977-1979. Jour.Arn. Arb. 61: 749-764.

HUBER, A. (1975): Beitrag zur Klimatologie und Klimaökologie von Chile. Forstwiss. Fak., Univ. München. Diss. 87 S. und 1 Kartenband.

HUECK, K. (1966): Die Wälder Südamerikas. Gustav Fischer Verlag 422 S..

HUECK, K, SEIBERT, P. (1981): Vegetationskarte von Südamerika. 2. Aufl. Vegetationsmonogr. Bd.IIa.

ILLIES, H. (1959): Die Entstehungsgeschichte eines Maares in Süd-Chile. Geolog. Rundschau 48: 232-247.

KATSUI, Y., KATZ, R. (1967): Lateral fissure eruptions in the Southern Andes of Chile. Jour. Fac. Sci., Hokkaido Univ. Ser. 4. Vol. 8 (4): 433-448.

KUNKEL, G. (1957): Vegetationsaufzeichnungen bei den Termas de Rio Blanco/ Chile. Willdenowia 5: 781-788, Berlin.

KUNKEL, G. (1958): Über südchilenische Erosionsgemeinschaften und einige ihrer Lebensbedingungen. Biol. Zentralbl. 77 (1): 278-300.

KUNKEL, G. (1980): Die Kanarischen Inseln und ihre Pflanzenwelt. Gustav Fischer Verlag, 185 S..

LAUER, W. (1968): Die Glaziallandschaft des südchilenischen Seengebietes. Acta Geografica 20: 215-236.

LAWRENCE, D.B. (1941):The "Floating Island" Lava Flow of Mt. St.Helens. Mazama 23 (12): 56-60.

LEEUWEN, W.M. Doctors van (1921): The flora and the fauna of the islands of the Krakatau-Group in 1919. Ann. Jard. bot. Buitenzorg 31p. 103-140.

LEONARD, A. (1958): Contribution a l'etude de la colonisation des laves du volcan Nyamuragira par les vegetaux. Vegetatio 8: 250-258.

LJUNGER, E. (1939): A forest section through the Andes of Northern Patagonia. Svensk Bot. Tidskr. 33 (4): 321-337.

LÖTSCHERT, W. (1969): Pflanzen an Grenzstandorten. Gustav Fischer Verlag. 167 S.

MAGNUSSON, S., FRIDRIKSSON; S. (1974): Moss Vegetation on Surtsey in 1971 and 1972. Surtsey Research Progress Report Part VII.

MORAL, R. del. (1983): Initial recovery of subalpine vegetation on Mt. St. Helens, Washington. Am. Midl. Nat. 109 (1): 72-80.

MUELLER-DOMBOIS, D.E., SMATHERS, G.A. (1975): Sukzession nach einem Vulkanausbruch auf der Insel Hawaii. Ber. Int. Symp. Int. Ver. Veg., Rinteln/1973: 159-188.

MUELLER-DOMBOIS, D.E. (1979): Aspekte der Sukzessionsforschung auf der Insel Hawaii. Ber. Int. Symp. Int. Ver. Veg., Rinteln/1967: 491-500.

MUNOZ, M. (1980): Flora del Parque Nacional Puyehue. Santiago de Chile, 557 S..

NICHOLLS, J.L. (1959): The volcanic eruptions of Mt. Tarawera and lake Rotomahana and effects on surrounding forests. N. Z. Jour. Forestry 8 (1): 133-142.

OBERDORFER, E. (1960): Pflanzensoziologische Studien in Chile. Flora et Vegetatio Mundi 2: 208 S.

OBERDORFER, E. (1980): Neue Entwicklungen und Strömungen in der pflanzensoziologischen Systematik. Mitt. Flor.-soz. Arb.gem. N.F. 22: 11-18.

ÖNER, M., OFLAS, S. (1977): Plant succession on the Kula volcano in Turkey. Vegetatio 34 (1): 55-62.

PAPADAKIS, J. (1969): Soils of the world. Amsterdam, Elsevier 208 S..

PHILIPPI, R.A. (1858): Botanische Reise nach der Provinz Valdivia. Bot. Zeitung 16: No. 35-37.

PICKETT, S.T.A. (1976): Succession: an evolutionary interpretation. Am. Nat. 110 (971): 107-119.

POLI, E. (1965): La vegetazione altomontana dell' Etna. Flora et vegetatio Italica 5: 1-251, Sondrio.

POLI, E. (1970): Überblick über die Vegetation der Hochgebirgs-Stufe des Asama-Vulkans (Japan). Vegetatio 20: 74-96.

POLI, E. (1970-71): Aspetti della vita vegetale in ambienti vulcanici. Annali di Botanica 30: 47-80.

QUINTANILLA, V. (1981): Zonacion altitudinal de la vegetacion de los volcanes de Cautin (Chile). Inform. Geogr. Chile 28: 103-124.

QUINTANILLA, V. (1981): Carta de las formaciones vegetales de Chile. Contribuciones cientificas y tecnologicas Area Geociencas I. Univ. Tecnica del Estado Chile No. 47.

REDON, F.J. (1976): Fitogeografia de los Liquenes chilenos. Rev. An. Mus. Hist. Nat. 9: 7-22, Valparaiso, Chile.

REICHE, K. (1907): Grundzüge der Pflanzenverbreitung in Chile. Die Vegetation der Erde, hrsg. v. A. Engler u. O. Drude, VIII. Leipzig.

REICHELT, G. und WILMANNS, O. (1973): Vegetationsgeographie. Das geographische Seminar, Westermann Verlag 210 S..

ROIG, F., ANCHORENA, J., DOLLENZ, O., FAGGI, A.M. y MENDEZ, E. (im Druck) Carta fitosociologica de la Transecta Botanica de la Patagonia Austral (TBPA). 1 era Parte Vegetacion del area continental.

ROIVAINEN, H. (1954): Studien über die Moore Feuerlands. Ann. Bot. soc. Vanamo, Helsinki 1-205.

SALMI, M. (1941): Die postglazialen Eruptionsschichten Patagoniens und Feuerlands. Suomalaisen Tiede. Toimit. Ann. Acad. Scient. Fennicae. Ser. A. III Geologica - Geographica (2): 115.

SASTRE, C. (1978): Plantes menacees de Guadeloupe et de Martinique. I. Especes altitudinales. Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris, 3e ser., 519: 65-93.

SCHEFFER/SCHACHTSCHABEL (1979): Lehrbuch der Bodenkunde, 11. Aufl. Stuttgart: Enke. 394 S.

SCHLICHTING, E. und BLUME, H.P. (1966): Bodenkundliches Laborpraktikum. Parey Verlag.

SCHMITHÜSEN, J. (1954): Waldgesellschaften des nördlichen Mittelchile. Vegetatio 516: 479-486.

SCMMITHÜSEN, J. (1956): Die räumliche Ordnung der chilenischen Vegetation. Bonn. geogr. Abh. H.17, S. 1-86.

SCHMITHÜSEN, J. (1960): Die Nadelhölzer in den Waldgesellschaften der südlichen Anden. Vegetatio 9: 313-327.

SCHWABE, G.H. (1970): Zur Ökogenese auf Surtsey. Schriften des Naturwiss. Vereins für Schleswig-Holstein. Sonderband Surtsey, Island: 101-120.

SEIBERT, P. (1962): Die Auenvegetation an der Isar nördlich von München und ihre Beeinflussung durch den Menschen. Landschaftspflege und Vegetationskunde, H. 3, 123 S.

SEIBERT, P. (1974): Die Rolle des Maßstabes bei der Abgrenzung von Vegetationseinheiten. In: TÜXEN, R.: Tatsachen und Probleme der Grenzen in der Vegetation. Lehre 1974.

SEIBERT, P. (1974): Die Ermittlung von Vegetationsgrenzen bei der Konstruktion von Karten kleineren Maßstabes (Bayernkarte). In: TÜXEN, R.: Tatsachen und Probleme der Grenzen in der Vegetation. Lehre 1974.

SEIBERT, P. (1977): Klima und Vegetationsgefälle in der argentinischen Südkordillere. In. TÜXEN, R.: Vegetation und Klima, Vaduz.

SEIBERT, P. (1979): Die Vegetationskarte des Gebiets von El Bolson, Prov. Rio Negro, und ihre Anwendung in der Landnutzungsplanung. Bonner Geogr. Abh. H. 62, 96 S.

SHIPLEY, J.W. (1919): Scientific results of the Katmai Expeditions of the National Geographic Society. V. The nitrogen content of volcanic ash in the Katmai eruption of 1912. The Ohio Jour. of Sci. 19 (3): 213-234.

SKOTTSBERG, C. (1910): Botanische Ergebnisse der schwedischen Expedition nach Patagonien und dem Feuerlande 1907-1909. Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar. 46 (3): 1-28.

SKOTTSBERG, C. (1916): Die Vegetationsverhältnisse längs der Cordillera de los Andes s. von 41 südl. Br. Botan. Ergebnisse der schwedischen Exped. nach Patagonien und dem Feuerlande 1907-1909, 5: 1-366.

SKOTTSBERG, C. (1931): Remarks on the flora of the high Hawaiian volcanoes. Meddelanden Frän Göteborgs Botaniska Tradgärd 6: 47-65.

SKOTTSBERG, C. (1941): Plant succession on recent lava flows in the island of Hawaii. Göteborgs Kungl. Vetenskaps-och Vitterhets-Samhälles Handlingar Sjätte Följden, Ser. B. 1 (8): 1-32.

SMATHERS, G.A., MUELLER-DOMBOIS, D. (1974): Invasion and recovery of vegetation after a volcanic eruption in Hawaii. Nat. Park Service Scientific Monograph Series 5: 129.

STEHLE,H. (1979): Premieres observations sur la restitution du tapis vegetal sur le volcan de la Soufriere de Guadeloupe apres les eruptions de juillet - aout 1976 et mars 1977. (41e contribution). Bull. Soc. bot. Fr. 126, Lettres bot. (3): 349-359.

STORCH,M. (1983): Zur floristischen Struktur der Pflanzengesellschaften in der Waldstufe des Nationalparks Berchtesgaden und ihrer Abhängigkeit von Standort und der Einwirkung des Menschen. Diss. Univ. München, 238 S.

SUZUKI, T. et al. (1970): Die wichtigsten Pflanzengesellschaften im Kuzyu-Gebirge, Kyusyu, Japan. Vegetatio 20: 149-186.

TAGAWA, H. (1964): A study of the volcanic vegetation in Sakurajima, south-west Japan. I. Dynamics of Vegetation. Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ. Ser. E (Biol.) 3 (3-4): 165-228.

TAGAWA, H. (1965): A study of the volcanic vegetation in Sukurajima, south-west Japan. II. Distributional pattern and succession. Jap. J. Bot. 19 (1): 127-148.

TAGAWA, H. (1966): A study of the volcanic vegetation in Sakurajama, south-west Japan. III. Trap sampling of disseminules on the lava flow and the culture experiment of some pioneer mooses. Science Rep. of Kagoshima Univ. 15: 63-83.

TAKEHARA, (1964): in: Volcanic ash soils in Japan. Min. of Agriculture and Forestry. Jap. Government, Tokio, 221 p..

TAYLOR, B.W. (1957): Plant succession on recent volcanoes in Papua. J. Ecol. 45 (1): 233-243.

TEZUKA, Y. (1961): Development of vegetation in relation to soil formation in the volcanic island of Oshima, Izu, Japan. Jap. Jour. Bot. 17 (3): 371-402.

TREUB, M. (1888): Notice sur la nouvelle flora de Krakatau. Ann. Jard. Bot. Buitenzorg 7: 213-223.

UEBELHÖR, K. 1983: Struktur und Dynamik von Nothofagus-Urwäldern in den Mittellagen der valdivianischen Anden. Diss. Univ. München Forstwiss. Fak..

VEBLEN, T.T.,ASHTON, D.H., SCHLEGEL, F.M. & VEBLEN, A.T. (1977): Plant succession in a timberline depressed by vulcanism in south-central Chile. J. of Biogeography 4: 275-294.

VEBLEN, T.T. & ASHTON, D.H. (1978): Catastrophic influences on the vegetation of the valdivian Andes, Chile. Vegetatio 36 (3): 149-167.

VEBLEN,T.T., ASHTON, D.H. (1979): Successional pattern above timberline in south-central Chile. Vegetatio 40 (1): 39-47.

VILLAGRAN, C. (1980): Vegetationsgeschichtliche und pflanzensoziologische Untersuchungen im Vicente Perez Rosales Nationalpark (Chile). Diss. Botanicae. Bd. 54.

WARD, R.T. & DIMITRI, M.J. (1966): Alpine Tundra on Mt. Catedral in the Southern Andes. N.Z. Jour. Bot. 4: 42-56.

WEINBERGER, P., BINSACK, R. (1970): Zur Entstehung und Verbreitung der Aschenböden in Südchile. Der Tropenlandwirt, 71: 19-31.

WEISCHET, W. (1957): Zwei geomorphologische Querprofile durch die südliche chilenische Längssenke. 32. Deutsch. Geographentag Würzburg: 485-500.

WEISCHET, W. (1964): Geomorphologia glacial de la region de los Lagos. Univ. de Chile, Fac. Cienc. Fis. Mat. Comunicaciones de la Escuela de Geologia 4.

WESTGATE, J.A. & GOLD, C.M. (1974): World Bibliography and Index of Quaternary Tephrochronology. Dep. of Geology, Univ. of Alberta, Canada 528 p..

YOSHII, Y. (1932): Revegetation of volcano Komagatake after the great eruption in 1929. Bot. Mag. 46 (544): 208-215.

ZEIL, W. (1964): Geologie von Chile. Berlin: Gebr. Bornträger, 233 S.

A N H A N G

A) Übersicht über die systematische Stellung der untersuchten Pflanzengesellschaften

KLASSE Senecionetea bipontinii Oberd. 60 em.
(südchilenische Steinschutt- und Schwemmlingsgesellschaften)
OC,KC: Senecio bipontinii, S. subdiscoideus, Baccharis nivalis, Adesmia longipes

ORDNUNG Senecionetalia bipontinii ord.nov.

VERBAND Nassauvion revolutae all.nov.
VC,AC: Nassauvia revoluta, N. dentata

ASS.: Nassauvietum revolutae ass.nov.
Azorelletum incisae ass.nov.
AC: Azorella incisa

ORDNUNG Senecionetalia chilensis Oberd. 60

VERBAND Senecion chilensis Oberd. 60

ASS.: Agrostido-Senecionetum chilensis Oberd.60

Polystichum mohrioides var. plicatum-Gesellschaft Oberd.60

KLASSE Quinchamalio-Pernettyetea pumilae class.nov.
(nordpatagonisch-subantarktische Zwergstrauchheiden)
VC,OC,KC: Quinchamalium chilense, Adesmia retusa, Baccharis magellanica, Pernettya pumila, Pernettya pumila var. leucocarpa, Senecio triodon,S. chionophilus, Valeriana fonckii

ORDNUNG Quinchamalio-Pernettyetalia ord.nov.

VERBAND Pernettyion pumilae all.nov.

ASS.: Dicranello-Pernettyetum pumilae ass.nov.
(zwergwüchsige Ericaceen-Gesellschaft)
AC: Dicranella costata
DA: verschiedene Arten der Senecionetea bipontinii z.B. Azorella incisa, Adesmia longipes

Erigeroni-Pernettyetum ass.nov.
(hochwüchsige,artenreiche Zwergstrauchgesellschaft)
AC: Erigeron myosotis

SUBASS.: Erigeroni-Pernettyetum cortaderietosum
D SUBASS: Cortaderia pilosa,Agrostis philippiana, Festuca thermarum
SUBASS.: Erigeroni-Pernettyetum typicum
D SUBASS: Berberis buxifolia var. andina, Maytenus disticha, Viola reichei, Platyneurum laticostatum, Pseudocyphelaria crocata

Tapeinietum pumilae ass.nov.
(rasenbildende Zwergstrauchgesellschaft auf ebenen bis mäßig geneigten Standorten)
AC.: Tapeinia pumila, Cladonia bellidiflora,Placopsis perrugosa, Schistochila cunninghamii

KLASSE Empetro-Pernettyetea poeppigii/mucronatae Oberd. 60
(südchilenische Tieflandsheiden)

KLASSE Empetro-Bolacetea Roig et al. 83
(südpatagonische Heiden)

KLASSE Festucetea thermari class.nov.
(südandine Rasengesellschaften)
VC,OC,KC: Festuca thermarum, Agrostis philippiana,
Cortaderia pilosa

ORDNUNG Festucetalia thermari ord.nov.

VERBAND Festucion thermari all.nov.

ASS.: Gunnero-Festucetum ass.nov.prov.
ohne eigene Charakterarten

Carici-Festucetum ass.nov.
AC: Carex gayana var. gayana, Perezia lysata

Perezio-Festucetum ass.nov.
AC: Perezia lysata
SUBASS: P.-Festucetum marsippospermetosum
D SUBASS: Marsippospermum grandiflorum

SUBASS: P.-Festucetum valerianetosum
D SUBASS: Valeriana fonckii, Cladonia arbuscula,
Senecio triodon, Baccharis magellanica,
Lucilia nivea

KLASSE Nothofagetea pumilionis Oberd. 60 em.
(nordpatagonisch-subantarktische Sommerwälder)
OC,KC: Nothofagus pumilio, Adenocaulon chilense,Codonorchis lessonii, Viola reichei, Rubus geoides,Macrachaenium gracile

ORDNUNG Nothofagetalia pumilionis-dombeyii Oberd. 60 em. Esk.68

VERBAND Lagenophoro-Nothofagion Oberd. 60 em.
VC: Lagenophora hirsuta

ASS.: Anemono-Nothofagetum Oberd. 60
AC: Anemone antucensis
Carici-Nothofagetum Oberd. 60
AC: Carex trichodes
Senecioni-Nothofagetum Oberd. 60 em. Vill. 80
AC: Senecio acanthifolius
Dombeyi-Nothofagetum Vill. 80
AC: Berberis linearifolia
Pernettyo-Nothofagetum Esk. 75
AC: Pernettya pumila
Macrachaenio-Pernettyetum Esk. 75
AC: Macrachaenium gracile
Carici-Nothofagetum ass.nov.prov.
AC: Carex minutissima

VERBAND Austrocedro-Nothofagion dombeyi Esk.68
(nordwestpatagonische Lenga-Wälder)
Gavileo-Austrocedretum Esk.68
Austrocedro-Nothofagetum Esk.68
Myrceugenio-Nothofagetum Esk.68

VERBAND Violo-Nothofagion Roig et al.83
(südpatagonische Lenga-Wälder)
Violo-Nothofagetum Roig et al.83

VERBAND Escallonion alpinae all.nov.
(südandine Gebüschgesellschaften)
VC,AC: Escallonia alpina var. alpina, Berberis buxifolia var. andina, Ovidia andina

KLASSE Nothofagetea antarcticae Oberd. 60 em.
(nordpatagonisch-subantarktische Buschwälder und Gebüsche)
KC: Nothofagus antarctica, Ribes magellanicum, Maytenus disticha

ORDNUNG Berberido-Nothofagetalia antarcticae Esk. 69
(nordwestpatagonisch-subantarktische Buschwälder und Berberitzen-Gebüsche)

ORDNUNG Nothofagetalia antarcticae Roig et al. 83 em.
(südpatagonische Buschwälder)

ORDNUNG Chiliotrichetalia Roig et al. 83
(südpatagonische Gebüschgesellschaften)

B) Liste der gefundenen Arten

Alphabetische Liste der Familien

Amaryllidaceae

Rhodophiala nivalis Rav.

Araucariaceae

Araucaria araucana

Asteraceae

Adenocaulon chilense Less.
Aster vahlii (Gaud.) H. et A.
Baccharis magellanica (Lam.) Pers.
Baccharis nivalis Schultz Bip.
Chaetanthera villosa Cabr.
Chiliotrichium rosmarinifolium Less.
Cotula scariosa (Cass.) Franchet
Erigeron leptopetalum Phil.
Erigeron myosotis Pers.
Gamochaeta depilata (Phil.) Cabr.
Gamochaeta spiciformis (Schultz Bip.) Cabr.
Haplopappus glutinosus
Hieracium antarcticum D'Urville
Hypochoeris arenaria Gaud.
Hypochoeris gayana (D.C.) Cabr.
Hypochoeris radicata L.
Lagenophora hariotii Franchet
Lagenophora hirsuta Less.
Leuceria coerulescens Remy.

Leuceria magna Phil.
Leuceria papillosa Cabr.
Leuceria thermarum (Phil.) Reiche
Lucilia nivea (Phil.) Cabr.
Macrachaenium gracile Hook.f.
Nassauvia dentata Griseb.
Nassauvia lagascae var. lanata (Phil.) Skottsb.
Nassauvia revoluta Don
Perezia fonckii (Phil.) Reiche
Perezia lysata Wedd.
Perezia pedicularifolia Less.
Perezia variabilis (Phil.) Reiche
Senecio acanthifolium Hombr. et Jacq.
Senecio bipontinii Wedd.
Senecio chilensis Less.
Senecio chionofilus Phil.
Senecio hieracium Remy.
Senecio linearifolius Poepp. et DC.
Senecio poeppigii H. et A.
Senecio prenanthifolius Phil.
Senecio subdiscoideus Sch.Bip. ex Weddel
Senecio trifurcatus (Forst.) Less.
Senecio triodon Phil.

Berberidaceae

Berberis buxifolia var. andina Lam.
Berberis darwinii Hook.
Berberis empetrifolia Lam.
Berberis linearifolia Phil.
Berberis microphylla
Berberis rosmarinifolia
Berberis serrato-dentata Lechl.

Caryophyllaceae

Cerastium arvense L.
Silene andicola Gill. ex Hook. et Arn.

Celastraceae

Maytenus disticha (Hook.f.) Urban

Cruciferae

Cardamine flacida Cham. et Schlech.
Draba magellanica Lam.

Cyperaceae

Carex banksii Boott
Carex caduca var. ortegae (Phil.) St.
Carex canescens L.
Carex decidua Boott
Carex gayana Desv.
Carex gayana var. gayana Barros
Carex minutissima Barros
Eleocharis albibracteata Kees et Mayer
Marsippospermum grandiflorum (L.) Hook.f.
Schoenus andinus (Phil.) Pfeiffer
Uncinia brevicaulis var. macloviana (Gaud.) Clarke

Desfontaineaceae

Desfontainea spinosa

Empetraceae

Empetrum rubrum Vahl ex Willd.

Ericaceae

Gaultheria caespitosa Poepp. et Endl.
Gaultheria minima Phil. cf.

Gaultheria phillyreaefolia (Pers.) Sleumer
Pernettya poeppigii (DC.) Klotzsch
Pernettya pumila (L.F.) Hooker
Pernettya pumila var. crassifolia (Phil.) Sleumer
Pernettya pumila var. leucocarpa (DC.) Kaus

Escalloniaceae

Escallonia alpina var. alpina Sleumer
Tribeles australis Phil.

Fagaceae

Nothofagus antarctica (Forst) Oerst.
Nothofagus betuloides (Mirb.) Blume
Nothofagus dombeyi (Mirb.) Blume
Nothofagus pumilio (P. et E.) Krasser

Gentianaceae

Gentiana pearceii Phil.

Geraniaceae

Geranium aff. magellanicum

Gramineae

Agrostis philippiana Rugolo de Agrasar
Chusquea nigricans Phil.
Chusquea tenuiflora Phil.
Cortaderia pilosa (D'Urv.) Hackel
Danthonia cf. andina
Deyeuxia erythrostachya Desv.
Elymus europaeus L.

Elymus gayanum Desv.
Festuca thermarum Phil.
Hierochloe juncifolia (Hackel) Parodi
Phleum commutatum Gaud.
Poa superbiens (Stend.) Haum. et Parodi
Poa tristigmatica Desv.
Podagrostis sesquiflora (Desv.) Nicora
Rytidosperma glabra (Phil.) Nicora
Trisetum spicatum (L.) Richter

Gunneraceae

Gunnera magellanica Lam.

Iridaceae

Sisyrinchium aff. arenarium Poepp.
Sisyrinchium junceum Meyer
Sisyrinchium patagonicum det. Ravenna 1981
Tapeinia pumila (G. Forst) Diels

Juncaceae

Luzula racemosa Desv.

Myrtaceae

Myrteola barneoudii Berg

Onagraceae

Epilobium aff. magellanicum Phil. et Hausskn.

Orchidaceae

Chloraea gaudichaudii Brogn.
Codonorchis lessonii (D'Urv.) Lindl.

Oxalidaceae

Oxalis magellanica Forst.

Papilionaceae

Adesmia emarginata
Adesmia longipes Phil.
Adesmia retusa Griseb.

Plantaginaceae

Plantago barbata Forst.
Plantago lanceolata L.

Plumbaginaceae

Armeria brachyphyllea Bois

Polypodiaceae

Blechnum penna-marina (Poiret) Kuhn

Portulacaceae

Calandrinia affinis Gill. ex Arn.
Calandrinia gayana Barm.

Proteaceae

Embothrium coccineum Forst.

Ranunculaceae

Caltha andicola Gay
Caltha limbata Schl.
Ranunculus peduncularis Smith.
Schizeilema ranunculus (D'Urv.) Domin.

Rosaceae

Acaena microcephala Schlecht.
Acaena ovalifolia R. et P.
Acaena pinnatifida R. et P.
Fragaria chiloensis (L.) Ehrh.
Rubus geoides Sm.

Santalaceae

Myoschilos oblonga R. et P.
Quinchamalium chilense Lam.

Saxifragaceae

Ribes cucullatum H. et A.
Ribes magellanicum Poir.
Ribes punctatum R. et P.

Scrophulariaceae

Calceolaria biflora Lam.
Calceolaria tenella Poepp.
Euphrasia flavicans Phil.
Ourisia breviflora Benth.
Ourisia microphylla P. et E.
Ourisia pygmaea Phil.
Pinguicula antarctica

Timelaceae

Ovidia andina (Poepp. et Endl.) Meissn.

Kryptogamen

Moose

Acrocladium auriculatum (Mont.) Mitt.
Bartramia patens
Blepharidophyllum clandestinum Mont. et Grolle
Bryum myurella Dus.
Cephalozia sp.
Dicranella costata
Dicranoloma australe (Besch.) Par.
Drepanocladus uncinatus (Hedw.) Warnst.
Gackstroemia magellanica (Lam.) Trev.
Lepidozia chordulifera Tayl.
Lophocolea subbidentata Herzog
Platyneurum laticostatum (Card.) Broth.
Plagiochila sp.
Polytrichadelphus magellanicus (Hedw.) Mitt.
Rhacomitrium lanuginosum (Hedw.) Brid.
Rhacomitrium willii (C.Müll.) Kindb.
Rigodium sp.
Schistochila cunninghamii
Zygodon pentastichus (Mont.) C.Müll.

Flechten

Cladonia mitis Sandst.
Cladonia pyxidata (L.) Fr.
Cladonia arbuscula (Wallr.) Hale et Culb.
Cladonia bellidiflora (Ach.) Schaer.
Cladonia gracilis (L.) Willd.
Cladonia coniocraea (Floerke) Vain.
Peltigera spuria (Ach.) D.C.
Placopsis perrugosa (Nyl.) Nyl.
Pseudocyphelaria crocata (L.) Vain
Sticta weigelii Isert ex Ach.

C) Liste der aufgenommenen Bodenparameter

Probennummer	Vegetationsgruppe	Skelett (%)	Grobsand (%)	Feinsand (%)	Schluff (%)	Ton (%)	Grobporen (%) > 50 µ	Grobporen (%) 50-10 µ	Mittelporen (%) 10-0.2 µ	Feinporen (%) < 0.2 µ	Gesamtporenvolumen (%)	Wassergehalt bei pF 1.8 (V%)	Wassergehalt bei pF 2.5 (V%)	Wassergehalt bei pF 4.2 (V%)	Kohlenstoffgehalt (mg/g)	Stickstoffgehalt (mg/g)	pH (H_2O)
02	P	52.2	39.2	5.9	2.5	0.2	74.9	8.4	3.1	13.6	55.0	13.8	9.2	7.5	0.40	0.034	6.1
02	P	62.7	31.2	4.2	1.6	0.3	73.1	9.2	8.4	9.4	62.0	16.7	11.0	5.8	0.38	0.034	6.0
02	P	44.2	42.0	11.0	2.6	0.2	71.4	5.2	14.1	9.3	58.1	16.6	13.6	5.4	0.49	0.035	5.8
04	P	75.7	20.8	2.7	0.8	0.0	76.2	8.3	7.3	8.1	50.4	12.0	7.8	4.1	0.15	0.032	6.6
04	P	67.1	26.8	4.5	1.6	0.0	76.0	8.7	7.9	7.3	57.2	13.7	8.7	4.2	0.10	0.017	6.4
04	P	71.8	22.5	4.0	1.7	0.0	76.7	7.8	8.0	7.5	58.9	13.7	9.1	4.4	0.15	0.032	6.6
06	H	71.6	22.7	3.8	1.8	0.1	70.0	10.1	10.8	9.2	62.6	18.8	12.5	5.8	1.26	0.048	6.0
06	H	81.9	14.0	2.5	1.5	0.1	54.0	15.9	13.1	16.9	61.0	28.0	18.3	10.3	3.03	0.048	5.9
06	H	78.9	16.5	3.2	1.2	0.2	61.6	13.9	9.3	15.2	63.2	24.3	15.5	9.6	0.77	0.064	6.2
07	H	68.6	26.7	3.0	1.4	0.3	66.4	8.3	12.9	12.4	58.0	19.5	14.7	7.2	2.83	0.098	5.9
07	H	84.3	10.7	2.7	2.2	0.1	71.2	1.6	18.2	8.8	63.6	18.2	17.2	5.6	2.82	0.113	6.1
07	H	78.4	17.0	2.9	1.5	0.2	68.3	7.7	6.7	17.3	68.7	21.8	16.5	11.9	6.46	0.232	6.0
08	H	36.5	47.0	7.5	6.2	2.8	57.0	10.2	18.8	14.0	65.5	28.2	21.5	9.2	3.29	0.147	5.9
08	H	55.6	27.0	10.7	6.5	0.2	47.2	15.2	24.9	12.6	57.8	30.5	21.7	7.3	5.60	0.182	5.9
08	H	41.5	40.5	8.5	7.3	2.2	77.5	4.3	0.7	17.5	70.1	15.8	12.8	12.3	6.11	0.049	5.5
10	H	51.0	39.9	4.5	3.2	1.4	62.4	10.6	9.8	17.2	63.0	23.7	17.0	10.8	3.11	0.127	6.2
10	H	70.7	19.7	4.8	3.9	0.9	61.7	5.7	1.0	31.6	69.7	26.7	22.7	22.0	4.45	0.152	6.1
10	H	44.0	45.9	4.3	3.1	2.7	66.3	3.0	13.6	17.1	63.5	21.4	19.5	10.8	3.05	0.251	6.1
12	H	10.8	38.2	28.1	21.0	1.9	37.4	8.6	9.8	44.2	85.9	53.8	46.4	38.0	15.29	0.738	5.3
12	H	6.0	40.3	29.0	23.2	1.5	35.8	6.8	28.3	29.1	86.3	55.4	49.5	25.1	14.90	0.686	5.1
13	H	55.7	24.7	10.9	8.2	0.5	59.4	5.4	8.4	26.8	75.8	30.8	26.7	20.3	15.13	0.593	5.7
13	H	38.1	37.8	15.1	8.5	0.5	58.7	5.6	6.9	28.7	78.0	32.2	27.8	22.4	11.69	0.506	5.5
15	H	13.0	44.8	21.7	18.7	1.8	47.2	1.6	18.8	32.4	87.6	46.3	44.9	28.4	14.24	0.509	5.2
15	H	11.1	48.4	20.7	18.1	1.7	41.8	5.2	12.7	40.3	83.2	48.4	44.1	33.5	13.95	0.594	5.3
15	H	8.0	53.8	19.0	18.1	1.1	63.5	2.8	9.5	24.2	88.1	32.2	29.7	21.3	11.99	0.490	5.2
16	H	16.9	45.8	20.1	16.4	0.8	50.9	10.0	13.9	25.4	69.8	34.3	27.4	17.7	9.22	0.463	5.4
16	H	20.9	39.4	23.0	14.9	1.8	42.7	9.7	19.5	28.2	80.2	46.0	38.2	22.6	14.01	0.575	5.4
16	H	14.6	46.3	18.6	19.3	1.2	30.9	10.0	18.7	40.4	79.7	56.1	47.1	32.2	14.47	0.566	5.3
17	H	47.4	27.5	13.6	10.7	0.8	33.7	12.8	5.4	48.1	75.9	50.3	40.6	36.5	11.87	0.586	5.2
17	H	22.4	35.1	23.7	18.4	0.4	40.4	4.9	22.6	31.1	81.5	48.6	44.6	26.2	10.19	0.378	5.3
17	H	43.9	23.4	18.3	11.0	3.4	41.5	7.1	20.7	30.6	75.5	44.3	38.9	23.2	11.38	0.404	5.3
18	I	15.2	47.6	18.1	18.8	0.3	23.1	8.5	27.7	40.8	78.1	60.1	53.5	31.9	9.14	0.558	5.5
18	I	6.6	58.3	18.4	16.7	0.0	53.1	8.5	11.9	26.5	82.3	38.6	31.6	21.8	6.14	0.343	5.5
18	I	16.1	51.6	17.5	14.3	0.5	38.7	12.4	10.6	38.4	75.8	46.5	37.1	29.1	7.16	0.385	5.5
19	I	24.0	44.5	21.0	9.9	0.6	50.4	8.0	15.7	25.9	79.8	39.6	33.2	20.7	5.76	0.194	5.8
19	I	25.6	42.5	19.3	12.4	0.2	51.4	8.1	14.2	26.3	70.4	34.2	28.5	18.5	5.62	0.229	5.8
19	I	13.4	46.7	22.6	11.3	6.0	27.7	7.6	23.4	41.3	77.3	55.9	50.0	31.9	6.94	0.277	5.6
20	I	44.3	34.9	14.8	5.5	0.5	65.7	6.8	11.1	16.4	67.6	23.2	18.6	11.1	2.57	0.169	5.6
20	I	66.5	21.4	6.6	5.1	0.4	81.9	5.0	3.4	9.7	72.5	13.1	9.5	7.0	2.16	0.129	5.6
20	I	59.8	26.7	6.9	6.5	0.1	81.1	5.5	3.8	9.6	74.0	14.0	9.9	7.1	1.83	0.098	5.4

PAGE 2 BMDP7M

MITTELWERT

VARIABLE	GRUPPE = POLSTER	HEIDE	IGELRASEN	ALL GPS.
3 SKEL	62.28333	42.87199	30.16666	42.92499
4 GSAND	30.41666	33.32399	41.57776	34.74498
5 SCHLUFF	1.80000	9.85200	11.16666	8.94000
6 TON	0.11667	1.14400	0.95556	0.94750
7 PORENG	74.71666	53.89999	52.56665	56.72249
8 PORENMIT	7.93333	7.88000	7.82222	7.87500
9 PORENFSD	8.13333	13.40000	13.53333	12.64000
10 PORENFLD	9.20000	24.77199	26.09999	22.73499
11 GPV	56.93332	72.56799	75.31110	70.83998
12 PF18	14.41666	34.22398	36.13332	31.68248
13 PF25	9.90000	28.63199	30.21111	26.17749
14 PF42	5.23333	18.80798	19.89999	17.01749
15 C	0.27833	8.44440	5.25778	6.50250
16 N	0.03067	0.34396	0.26467	0.27912
17 PH	0.00071	0.00316	0.00269	0.00268
18 FSAND	5.38333	12.80800	16.13332	12.44250
19 PFDIFF	9.18333	15.41599	16.23332	14.06500
20 CN	8.69975	29.56226	20.30991	24.35110
COUNTS	6.	25.	9.	40.

STANDARDABWEICHUNG

VARIABLE	GRUPPE = POLSTER	HEIDE	IGELRASEN	ALL GPS.
3 SKEL	12.02188	26.15958	21.55011	23.74506
4 GSAND	8.71973	12.41414	11.85883	11.85939
5 SCHLUFF	0.66633	7.41513	4.90586	6.39759
6 TON	0.13292	0.94960	1.90205	1.17026
7 PORENG	2.07019	13.26621	21.01291	14.49844
8 PORENMIT	1.41657	4.00177	2.13411	3.41225
9 PORENFSD	3.51492	7.05885	8.04518	6.92709
10 PORENFLD	2.32895	11.04896	12.41954	10.64283
11 GPV	3.93429	9.76271	4.66595	8.28384
12 PF18	1.85625	13.08097	16.88979	13.15810
13 PF25	2.09189	12.60504	15.69844	12.52747
14 PF42	1.30639	10.01635	9.91551	9.30406
15 C	0.16412	5.13186	2.53110	4.29786
16 N	0.00680	0.23061	0.14509	0.19762
17 PH	0.00052	0.00229	0.00078	0.00189
18 FSAND	2.93627	8.79772	5.74804	7.64945
19 PFDIFF	1.84869	6.27313	7.24120	6.10940
20 CN	4.09279	21.79068	4.92475	17.76253

VAR. KOEFFIZIENT

VARIABLE	GRUPPE = POLSTER	HEIDE	IGELRASEN	ALL GPS.
3 SKEL	0.19302	0.61018	0.71437	0.55318
4 GSAND	0.28668	0.37253	0.28522	0.34133
5 SCHLUFF	0.37019	0.75265	0.43933	0.71561
6 TON	1.13928	0.83007	1.99051	1.23511
7 PORENG	0.02771	0.24613	0.39974	0.25560
8 PORENMIT	0.17856	0.50784	0.27283	0.43330
9 PORENFSD	0.43216	0.52678	0.59447	0.54803
10 PORENFLD	0.25315	0.44603	0.47584	0.46813
11 GPV	0.06910	0.13453	0.06196	0.11694
12 PF18	0.12876	0.38222	0.46743	0.41531
13 PF25	0.21130	0.44024	0.51962	0.47856
14 PF42	0.24963	0.53256	0.49827	0.54674
15 C	0.58967	0.60772	0.48140	0.66095
16 N	0.22180	0.67046	0.54821	0.70800
17 PH	0.73516	0.72566	0.29059	0.70410
18 FSAND	0.54544	0.68689	0.35628	0.61478
19 PFDIFF	0.20131	0.40692	0.44607	0.41650
20 CN	0.47045	0.73711	0.24248	0.72943

STEP NUMBER 0

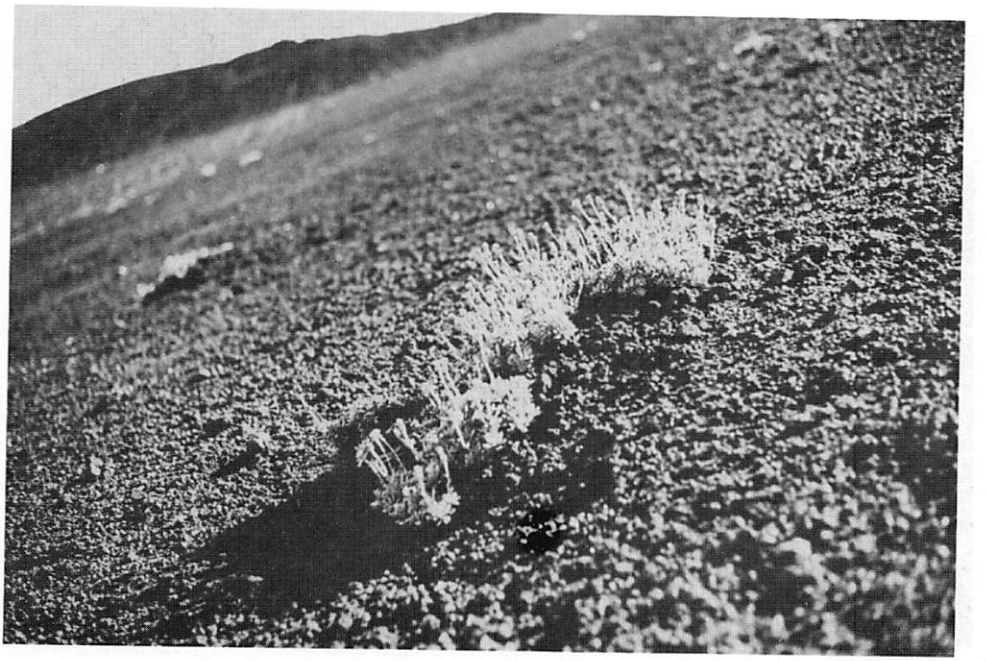


Abb. 3 Senecio bipontinii an den Aschenhängen des Cerro Haique.

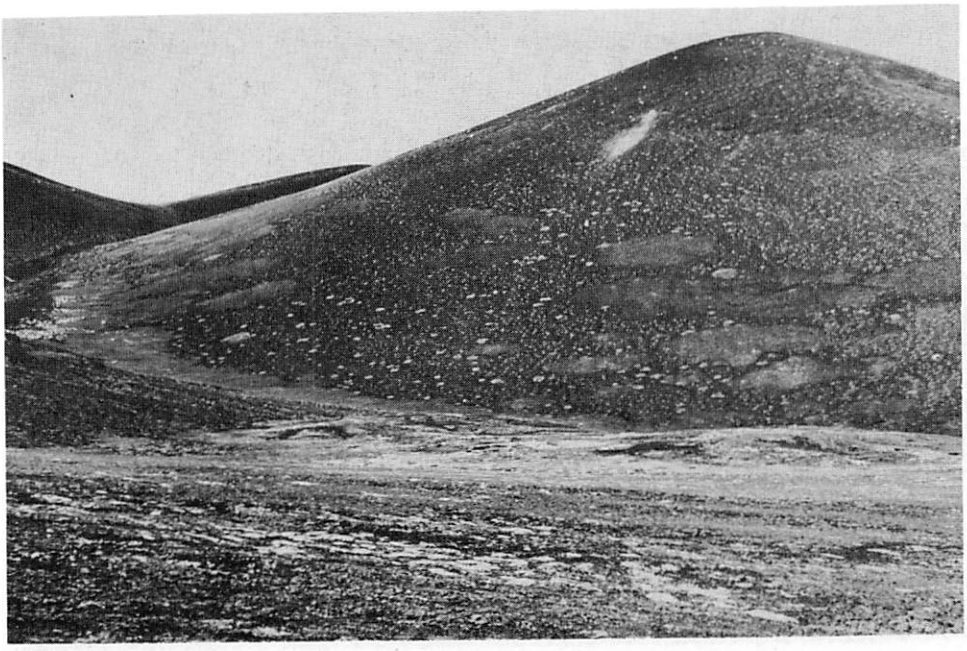


Abb. 4 Kleinräumiger Wechsel von Ericaceen-Teppichen und Steinschuttgesellschaften (am Berghang). Auf der Ebene Tapeinia-Ausbildung.

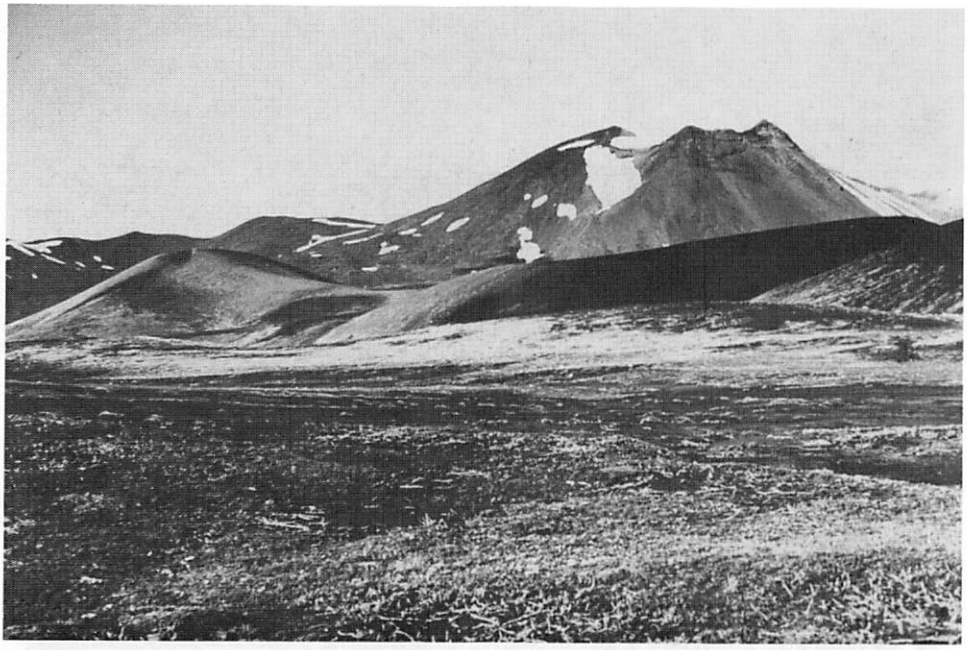


Abb. 5 Fragmente der Adesmia retusa-Ausbildung mit Tapeinia auf der südlichen Hochebene des Vulkans Antillanca.

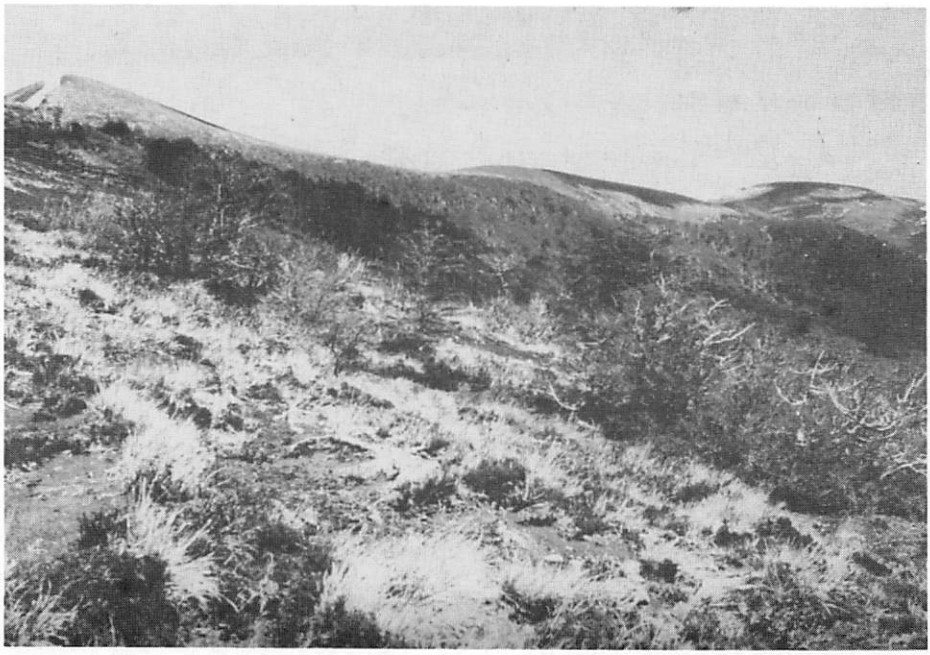


Abb. 6 Frühjahrsaspekt der Reinen Ausbildung des Erigeroni-Pernettyetum typicum (Vulkan Antillanca). Ñire (Nothofagus antarctica, vorne rechts) gerade austreibend; Lenga (Nothofagus pumilio)-Wald noch unbelaubt.

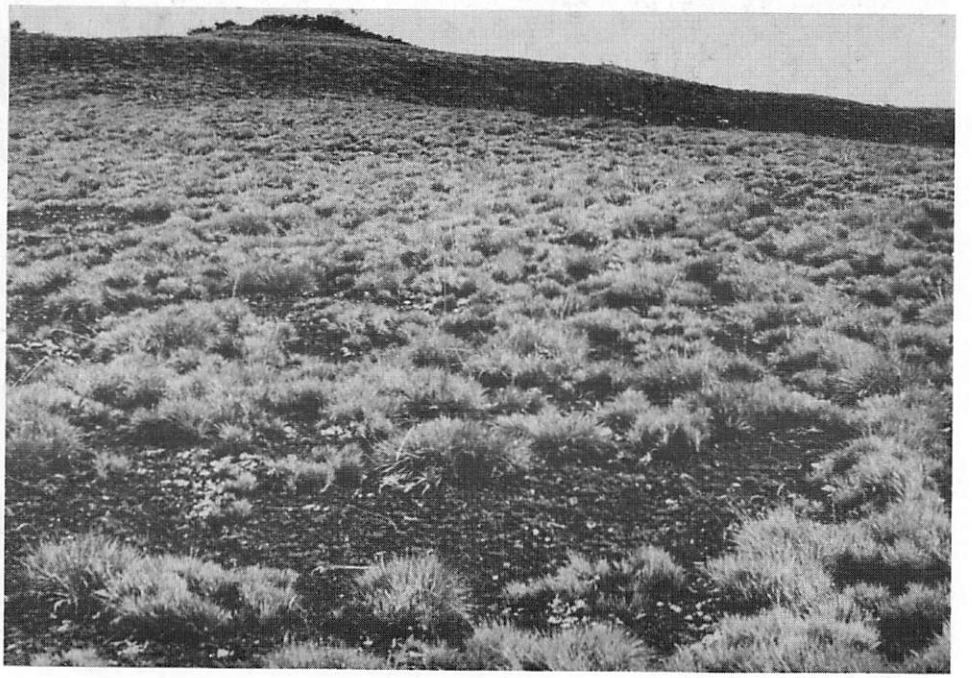


Abb. 7 Offene Bestände des Perezio-Festucetum valerianetosum am Vulkan Quetropillan.

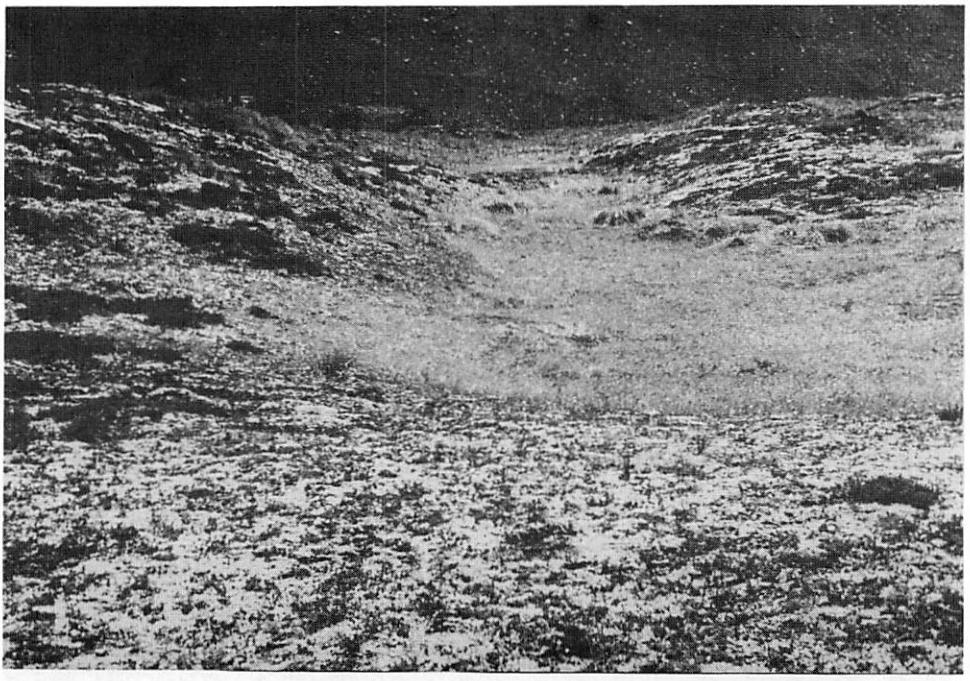


Abb. 8 Transekt-Ausschnitt vom Kraterboden des Colorado (Vulkan Antillanca) mit Danthonia-Fazies am Senkengrund und zwergstrauchreichen Beständen (Empetrum rubrum) an den Einhängen. Im Vordergrund moos- und flechtenreiche Reine Ausbildung des Dicranello-Pernettyetum.

H. Freiberg 1983

Tabelle 1: Südandine Steinschuttgesellschaften (Senecionetea bipontinii Oberd. 60 em.)

Vulkan Antillanca

Nassauvietum revolutae ass.nov.
Nassauvietum revolutae typicum
A Reine Ausbildung, Senecio bipontinii-Fazies
B Reine Ausbildung, Baccharis nivalis-Fazies
C Reine Ausbildung, Adesmia longipes-Fazies
D Reine Ausbildung
E Reine Nassauvia-Ausbildung
F Nassauvia-Ausbildung mit Senecio bipontinii

Nassauvietum revolutae luzuletosum (2)
G Reine Ausbildung
H Leuceria papillosa-Ausbildung

I Nassauvietum revolutae azorelletosum

Azorelletum incisae ass.nov.
J Sisyrinchium arenarium-Ausbildung
K Reine Ausbildung

L Cerro Riggi
M Vulkan Puntiagudo
N Vulkan Osorno

O Vulkan Puyehue
P Vulkan Mocho-Choshuenco
Q Vulkan Quetropillan
R Vulkan Llaima

				A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	LM	N	O	P	Q	R
Aufnahmenummer				7777445135774451111110000167770688162011000710077677100880001168371117333337038016108200000788822622221117781172270000065711171609000000099999999999																999991199991119888888888888888999
				1111115231991144457798999081219900782355666188499819876112666770290079221110710678750355558500065765564327813284403577887822379831000100044454313222 21																999991199990008667899555655555584434
Ass.Char.: Nassauvietum revolutae				2385015209328928920187789947060021658201013419795608308212259530976796455320197422355074893839814188907569002446725068294278167816279045667908180019 89																023475989564568561715475001236830 95
Nassauvia revoluta		104	56.2		r	++	++		21+11 1	1+ ++rr111112++2+ 11 + 1	121 + r1r1+r + r+++1++111+1	11+++1++r	1r	r		r	+	2221+r	1+11 111 r1223+221 r	1	++r+r11+1111
Nassauvia dentata		90	48.6	1	r		r r	+	+1+1 +1221 ++ 1111++12 + 21211++111+2rr1	33 +1r1+ r	2+121++ 1+11	r+	+ +	2	+11	+1 1++1	r	1	231 + 12+21222	11 +	
Diff.Subass.: (2)																				
Luzula racemosa		56	30.3	1+			1		+	++1 1 +1+1 ++	11 + +r 1r1 +2 1	+1 11	+	+ +			1	+	1r +r111 211121r1 111111r	
Acaena microcephala	K2	47	25.4	+		r1 +1		+		111 11+++21+ +++ + 1rr+1 +1 2+1 1+1r1 +		+	+ r		1				111 rrr	
Stereocaulon implexum		26	14.1		+				r	r r r + r +r + r	+		+			r	r	r	r + + +r r++ ++	
Diff.Ausb.:																				
Leuceria papillosa		5	2.7								1111+									
Ass.Char.: Azorelletum incisae																				
Azorella incisa		70	37.8		+	r r rr +			1 +	1r +	1 + +	12 +1r +++++1+1++1+ +1222+2r11111112+23+222312++12223323322								
Diff.Ausb.:																				
Acaena pinnatifida		51	27.6		+	1 +		r+r	r	r +	rr1r 1 +1+1+112r21 22221131+1332+ 311++2222 +								1 +	
Sisyrinchium aff arenarium		52	28.1		+ r +			r	1	rrr r r+ + r + r+ +++ r++++r++ r+++r+r+rr + + + +1+						+	+++ 1	rrr r	
Nassauvia lagascae var lanata		7	3.8													1++++r+				
Calandrinia gayana		10	5.4														1 1 + +++1	1 r1		
Calceolaria biflora		6	3.2														111 +11			
Armeria brachyphyllea		1	0.5															1		
Pozoa coriacea		3	1.6															11 r		
Hypochoeris gayana		2	1.1															12		
Viola cotyledon		1	0.5															2		
Rhodophiala nivalis		1	0.5															1		
V,O,K Senecionetea bipontinii																				
Adesmia longipes		140	75.7	r+r 1r 21222121221		++111 r11221+1+11+++ 1r1+11				+++31 +111+1++1+r+2++211+1++11111111++1+++1+1+11111111+ +11++++11+++++1111 1r+ 1+11++						++++121	11111+ + 12 1	1	1
Senecio bipontinii		122	65.9	2233		+2+1112+		2312+ 1++1	++++12 + 2 r 221122 + 1r r12 122	1+ +1 2++ +12+1+22+1+32		+11111	+r	1 r 1 r	+2322111 1122++1rr+		r1rrrrr 3+2+	111212121+11+11+		
Baccharis nivalis		38	20.5		222222	1 + r r	+	1	1	r	+ ++ +r	r	1++r+rr+ +	1 r+ +	r	+1 1	1			
Senecio subdiscoideus		20	10.8				+ +	11 1		+	+ r r	r	1	+ 1 1	1 r	1 +			1	r
Deyeuxia erythrostachya		19	10.3	11					1	r	r						r r++	r	+12 ++ 1+	+ +
Senecio poeppigii		7	3.8													+				+1 + 1 r1
Begleiter der Quinchamalio-Pernettyetea (K2)																				
Pernettya pumila		59	31.9		+r r r+ +		+	r + +		++ + + + +++ 1+ 1 ++1 + r r+ 1+r rr		+	r 2 ++	+r +	1 r	r		++ 1 r+ r	+++++r+1r	
Dicranella costata		58	31.4	1+1rr r r	r +	+	rr		+ +++ 1 ++++ + r rr+1 +	++ r1r1+ r +1 1+r+rr	r	rr	+r	+	1 r	++	+ ++	r		
Adesmia retusa		15	8.1		1 1	1+	+			1	r	1	1	+23 +	+	r				
Senecio chionophilus		13	7.0		r1r +								r1+	r1 +	+			1 r		
Lucilia nivea		12	6.5							rr	+	r	r	+ r	1			r r	1 +	
Senecio triodon		9	4.9			r r			r+					r1	r r			+		
Hierochloe juncifolia		6	3.2		r+ +								r	r +						
Baccharis magellanica		5	2.7		+ +					++				r						
Stereocaulon volcanicum		5	2.7		r					+						r	r			+
Cladonia arbuscula		6	3.2					r	+ r+		r				r					
Quinchamalium chilense		4	2.2		r r									+					r	
Begleiter																				
Poa tristigmatica		168	90.8	1+ r+++ r+33111+rr1+ 11+r+323r+211r+11rr+1+ r1+222 ++11r+++1r11111+1++111+22132233221+111++11 +3211++1++ +++ +++1+1++++1++++ ++++21222r+r 21+2r1+1+ r 3322++2r 1++1r31 2 +211221122221 1																		
Hypochoeris arenaria		111	60.0	r rr+r+ r++++++r++r			+ r +r+++ +			++1r+ +1 r+1++r 1r+++++1+++++1+r++++++ r + +1+++++r+rrr+ +1+ r+r+ +++++ 1 rr + +1 ++ r r+ +								r + 1 + 1r ++ r r+		
Perezia pedicularifolia	DG	71	38.4	r		+rrr	+ r +rr +			rr12+ + ++r+ + 1 r r +1 +111+1 1+21+r1+1++r+ r+1 + r+11r +11+++1++r ++1 +r 1										
Senecio trifurcatus		30	16.2		+ +1 + +		++ +			r + ++ r + +1r 1r+ +1+ 1+ r + r r r										
Pernettya poeppigii		20	10.8		+ r			r +		+ 1 + r r+ r+ + + r+ +										
Draba magellanica		20	10.8				+	r	r +						1	1+1r1+			+++++ 11 ++	
Silene andicola		18	9.7			r +1r		++		+ + + r ++ +++ 2 + +										
Rhacomitrium willii		15	8.1		r r					+r + r 1 r 1 + + + r r+										
Polytrichadelphus magellanicus		12	6.5													+	+ 12 ++++ ++ + +			
Hieracium antarcticum		11	5.9			+	r		+ + r + +							r	++ r			
Gamochaeta spiciformis		10	5.4		r ++					+				2		r	r r 12			
Bartramia patens		9	4.9	r r					+ r1 1	r							r			
Polystichum mohrioides		8	4.3							r r							+1+ 1r r			
Pernettya pumila leucocarpa		7	3.8									r 1 +				r	r +	+		
Azorella lycopodioides		6	3.2			+				+				r			r	+		
Danthonia aff andina		6	3.2													+ 1	+11 +			
Festuca thermarum		5	2.7														r 1	+	+1	
Gamochaeta depilata		5	2.7														r+ +1 r			
Cerastium arvense		4	2.2							1						r r				
Adesmia emarginata		4	2.2													2r1 +				
Cardamine flacida		3	1.6							11						r				
Empetrum rubrum		3	1.6		r r									r						
Platyneurum laticostatum		3	1.6						+								+			
Escallonia alpina alpina	K	2	1.1							r +										
Ranunculus peduncularis		2	1.1													rr				
Aster vahlii		2	1.1														1r			
Nothofagus pumilio	S	1	0.5		r															
Ribes cucullatum	K	1	0.5							r										
Agrostis philippiana		1	0.5							r										
Epilobium aff magellanicum		1	0.5							+										
Hypochoeris radicata		1	0.5									r								
Pernettya pumila crassifolia		1	0.5						r											
Senecio hieracium		1	0.5							r										
Elymus europaeus		1	0.5											r						
Perezia lysata		1	0.5													r				
Caltha limbata		1	0.5														r			
Gaultheria minima		1	0.5																	+
Berberis microphylla	S	1	0.5													r				
Oxalis magellanica		1	0.5														1			
Ourisia pygmaea		1	0.5														+			
Rytidosperma picta		1	0.5																	+
Aufnahmenummer				7777445135774451111110000167770688162011000710077677100880001168371117333337038016108200000788822622221117781172270000065711171609000000099999999999																999991199991119888888888888888999
				1111115231991144457798999081219900782355666188499819876112666770290079221110710678750355558500065765564327813284403577887822379831000100044454313222 21																999991199990008667899555655555584434
				2385015209328928920187789947060021658201013419795608308212259530976796455320197422355074893839814188907569002446725068294278167816279045667908180019 89																023475989564568561715475001236830 95

H. Freiberg 1983

Tabelle 3: Dicranello-Pernettyetum ass.nov.

Vulkan Antillanca

A Reine Ausbildung,Dicranella costata-Fazies
B Reine Ausbildung
C Lucilia nivea-Fazies
D Reine Lucilia nivea-Ausbildung
E Adesmia retusa-Ausbildung
F Adesmia retusa-Ausbildung mit Senecio chionophilus
G Adesmia retusa-Ausbildung mit Tapeinia

H Cerro Riggi
I Vulkan Puntiagudo
J Vulkan Osorno
K Vulkan Mocho-Choshuenco
L Vulkan Quetropillan
M Vulkan Llaima

				A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Aufnahmenummer				53	86	01	16	50	01	11	12	21	22	01	34	88
				32	07	38	58	37	88	78	73	56	79	88	03	81
				70	47	42	37	87	17	74	40	66	54	10	53	93
Ass.Char.:																
Dicranella costata	82	61.2		32	32	+1	r+	+	+	+	++	r+	r	r++	1	++
Diff.Ass.:																
Azorella incisa	59	44.0		++	1	1	++	r	++		1	+11	+	+	1+	++
Adesmia longipes	35	26.1		1+	+11	+r		r	+		1		+		1	r+
Acaena pinnatifida	24	17.9		r	+		++			+	+r					
Baccharis nivalis	20	14.9			r						+			1r		+
Senecio bipontinii	18	13.4		++	r	r				r						
Senecio subdiscoideus	12	9.0									1	+				
Nassauvia revoluta	7	5.2		r		+								+		
Nassauvia dentata	2	1.5		r												
Diff.Ausb.:																
VOK Adesmia retusa	50	37.3			1								r		1	11
VOK Senecio triodon	42	31.3							+			rr		r		
VOK Lycopodium magellanicum	34	25.4								+r						
VOK Senecio chionophilus	27	20.1														
Agrostis philippiana	22	16.4										r				
Gamochaeta spiciformis	20	14.9														r
Festuca thermarum	24	17.9		+												
VOK Tapeinia pumila	16	11.9														
Adesmia emarginata	9	6.7														
Calandrinia gayana	6	4.5														
Senecio poeppigii	6	4.5														
Berberis rosmarinifolium S	2	1.5														
Sisyrinchium patagonicum	2	1.5														
Hypochoeris gayana	2	1.5														
V,O,K																
Quinchamalio-Pernettyetea																
Pernettya pumila	119	88.8		++	22	33	3+	33	2+	32	41	31	14	3	2	2
Quinchamalium chilense	73	54.5		+		+		1	++	11	21	1+	22	1	++	1
Lucilia nivea	57	42.5		rr		rr+		+	11+	+	r	+1r		1	+1	+
Acaena microcephala	55	41.0		rr	21	+11		1+1r	+1+	rrr		+		+	++	
Euphrasia flavicans	30	22.4				1										
Stereocaulon volcanicum	36	26.9						rr+		++	r		1r+			
Cladonia arbuscula	25	18.7							r++		rl	r	r		+	
Baccharis magellanica	25	18.7			+						r		r			+
Hierochloe juncifolia	22	16.4														
Valeriana fonckii	20	14.9									r					
Cladonia gracilis	12	9.0										1		1		
Chloraea gaudichaudii	7	5.2														
Pernettya pumila var.leucocarpa	7	5.2														
Erigeron myosotis	6	4.5														
Schistochila cunninghamii	3	2.2				r										
Placopsis perrugosa	3	2.2														
Cladonia bellidiflora	3	2.2														
Begleiter																
Poa tristigmatica	118	88.1		21	+++	+++	+r+	+++	+r+	+1	1+	rrr	l++	r	1	rl
Sisyrinchium aff arenarium	97	72.4		r		r	+rrr	l r++		rrr	+1+r+	1r+rl	1++	r+	+1r	
DG Perezia pedicularifolia	96	71.6		21	++	111	+	+1r	+1++	rl	++	1	11	1	1	11111
Hypochoeris arenaria	87	64.9		r+	11	++++	r	1r+	+		+++	l	r	+	r	++
Rhacomitrium willii	80	59.7						1+	121	221	+	++	1r	2r	2	2+
Stereocaulon implexum	78	58.2		+rr		r1	+++	+1+			++	1+2	1rl+	++	+	1
Senecio trifurcatus	73	54.5		rr				+				11++	1	1	1+	1rrl
Luzula racemosa	52	38.8		rl++		+r				+	r					
Pernettya poeppigii	40	29.9			321		3++	3		4+		r3	332	151312		+
Silene andicola	38	28.4		r							++		r		r	
Empetrum rubrum	34	25.4									+++	r +		r		
Danthonia aff andina	28	20.9			+					rr						
Hieracium antarcticum	24	17.9				r+				rr						
Pernettya pumila crassifolia	12	9.0					+									
Polytrichadelphus magellanicus	12	9.0			+											
Azorella lycopodioides	11	8.2										r				
Carex caduca var.ortegae	10	7.5														
Elymus europaeus	10	7.5														
Pseudocyphelaria sp.	9	6.7														
Cladonia pyxidata	9	6.7											+		r	
Viola reichei	8	6.0														
Berberis buxifolia andina K	7	5.2														
Cephalozia sp.	7	5.2														
Bartramia patens	6	4.5		r												
Cortaderia pilosa	5	3.7														
Escallonia alpina alpina K	4	3.0			+											
Cerastium arvense	4	3.0														
Platyneurum laticostatum	4	3.0														
Acrocladium auriculatum	3	2.2														
Ribes cucullatum S	2	1.5														
Ribes cucullatum K	2	1.5														
Cardamine flacida	2	1.5														
Trisetum cernum	2	1.5														
Gunnera magellanica	2	1.5														
Perezia fonckii	2	1.5														
Discaria trinerva S	2	1.5														
Berberis serrato-dentata K	1	0.7														
Berberis buxifolia andina S	1	0.7														
Chiliotrichium rosmarinif. S	1	0.7														
Escallonia alpina alpina S	1	0.7														
Hypochoeris radicata	1	0.7														
Hypochoeris radicata	1	0.7														
Ourisia brevifolia	1	0.7														
Ranunculus peduncularis	1	0.7														
Tribeles australis	1	0.7														
Senecio hieracium	1	0.7														
Calceolaria biflora	1	0.7														
Polystichum mohrioides	1	0.7														
Pinguicula antarctica	1	0.7														
Rubus geoides	1	0.7														
Blechnum penna-marina	1	0.7														
Zygodon pentastichus	1	0.7														
Bryum myurella	1	0.7														
Caltha limbata	1	0.7														
Berberis microphylla S	1	0.7														
Pozoa coriacea	1	0.7														
Eleocharis albibracteata	1	0.7														
Solidago linearifolius	1	0.7														
Rhodophiala nivalis	1	0.7														
Senecio chilensis	1	0.7														
Haplopappus glutinosus	1	0.7														
Aufnahmenummer				53	86	01	16	50	01	11	12	21	22	01	34	88
				32	07	38	58	37	88	78	73	56	79	88	03	81
				70	47	42	37	87	17	74	40	66	54	10	53	93

H. Freiberg 1983 Tabelle 2: Polystichum mohrioides var. plicatum-Gesellschaft Oberd. 60

Vulkan Antillanca

A Deyeuxia erythrostachya-Ausbildung
B Reine Ausbildung
C Blechnum penna-marina-Ausbildung

Vulkan Quetropillan

D Reine Ausbildung, Pernettya pumila-Stadium

				A	B	C	D
Aufnahmenummer				53	37	22	55
				33	22	43	13
				44	79	17	67
Polystichum mohrioides var. pl.	9	90.0		22	23	11	21r
Deyeuxia erythrostachya	2	20.0		1+			
Dicranella costata	6	60.0		11	+++	+	
Nassauvia dentata	4	40.0		++	+2		
Azorella incisa	3	30.0		++	r		
Senecio bipontinii	5	50.0		++	1	++	
Adesmia longipes	2	20.0		+	1		
Blechnum penna-marina	3	30.0			22	r	
Baccharis magellanica	2	20.0			22		
Empetrum rubrum	2	20.0			14		
Cladonia pyxidata	3	30.0			++	r	
Cladonia gracilis	2	20.0			rr		
Senecio trifurcatus	2	20.0			11		
Festuca thermarum	2	20.0			11		
Viola reichei	2	20.0			+1		
Platyneurum laticostatum	4	40.0			++	+1	
Berberis microphylla S	5	50.0			11r	11	
Marsippospermum grandiflorum	2	20.0				+	1
Pernettya pumila	9	90.0		rr	+1	11	334
Acaena microcephala	6	60.0			11r	1+r	
Senecio triodon	3	30.0				+1	1
Erigeron myosotis	2	20.0		1		1	
Lycopodium magellanicum	3	30.0				11	+
Adesmia retusa	1	10.0				+	
Chloraea gaudichaudii	1	10.0				+	
Euphrasia flavicans	1	10.0				+	
Lucilia nivea	1	10.0				+	
Senecio chionophilus	2	20.0				1	r
Hierochloe juncifolia	1	10.0				1	
Valeriana fonckii	1	10.0				1	
Begleiter							
Poa tristigmatica	9	90.0		+11	+1+	+12	
Hieracium antarcticum	7	70.0		rr	r+	r++	
Perezia pedicularifolia	5	50.0		r+r	1+		
Escallonia alpina alpina K	4	40.0		rr	r+		
Agrostis philippiana	4	40.0		rr	11		
Luzula racemosa	4	40.0		+++	+		
Quinchamalium chilense	4	40.0			1+	11	
Sisyrinchium aff arenarium	4	40.0		+	+	++	
Stereocaulon implexum	4	40.0		r	1+	+	
Gamochaeta spiciformis	3	30.0			+	1+	
Hypochoeris arenaria	3	30.0			r+	+	
Silene andicola	3	30.0			r	+	+
Carex caduca var.ortegae	3	30.0		+	+	r	
Danthonia aff andina	3	30.0		++	1		
Maytenus disticha K	2	20.0			+	r	
Cardamine flacida	2	20.0		11			
Bartramia patens	2	20.0				+	+
Rhacomitrium willii	2	20.0			+		r
Adesmia emarginata	2	20.0				+	r
Senecio poeppigii	2	20.0				r1	
Berberis buxifolia andina K	1	10.0				+	
Ribes magellanicum K	1	10.0			r		
Ribes cucullatum K	1	10.0		+			
Azorella lycopodioides	1	10.0					2
Baccharis nivalis	1	10.0		1			
Pernettya pumila leucocarpa	1	10.0			1		
Ranunculus peduncularis	1	10.0			1		
Trisetum cernum	1	10.0			+		
Tribeles australis	1	10.0			r		
Calceolaria biflora	1	10.0				r	
Rubus geoides	1	10.0			+		
Elymus europaeus	1	10.0			+		
Polytrichadelphus magellanicus	1	10.0				+	
Placopsis perrugosa	1	10.0			r		
Caltha limbata	1	10.0				r	
Gamochaeta depilata	1	10.0				+	
Perezia fonckii	1	10.0					1
Aufnahmenummer				53	37	22	55
				33	22	43	13
				44	79	17	67

Beilage 2 zu BONNER GEOGRAPHISCHE ABHANDLUNGEN, Heft 70

H. Freiberg 1983

Tabelle 4: Tapeinietum pumilae ass.nov.

Vulkan Antillanca

A	Bartramia patens-Fazies	J	Reine Senecio chionophilus-Ausbildung
B	Azorella lycopodioides-Fazies	K	Senecio chionophilus-Ausbildung mit Gunnera
C	Reine Ausbildung mit Adesmia retusa	L	Senecio chionophilus-Ausbildung mit Maytenus disticha
D	Reine Ausbildung	M	Senecio chionophilus-Ausbildung mit Tribeles
E	Reine Danthonia-Ausbildung	N	Reine Tribeles-Ausbildung
F	Danthonia-Fazies	O	Tribeles-Fazies
G	Danthonia-Ausbildung mit Carex caduca	P	Tribeles-Ausbildung mit Gaultheria caespitosa
H	Danthonia-Ausbildung mit Gaultheria caespitosa	Q	Reine Gaultheria caespitosa-Ausbildung
I	Danthonia-Ausbildung mit Pernettya pumila var.leucocarpa	R	Cerro Riggi

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R

Aufnahmenummer

Ass.Char.:				
	Tapeinia pumila		233	96.7
	Cladonia bellidiflora		58	24.1
	Schistochila cunninghamii		48	19.9
	Placopsis perrugosa		17	7.1
Diff.Ausb.:				
	Bartramia patens		12	5.0
	Danthonia aff. andina		135	56.0
	Carex caduca var.ortegae		49	20.3
VOK	Pernettya pumila leucocarpa		101	41.9
VOK	Senecio chionophilus		83	34.4
VOK	Chloraea gaudchaudii		63	26.1
	Gunnera magellanica		18	7.5
	Maytenus disticha	S	14	5.8
	Tribeles australis		78	32.4
	Gaultheria caespitosa		37	15.4
V,O,K Quinchamalio-Pernettyetea				
	Pernettya pumila		239	99.2
	Quinchamalium chilense		215	89.2
	Lycopodium magellanicum		204	84.6
	Stereocaulon volcanicum		206	85.5
	Senecio triodon		193	80.1
	Baccharis magellanica		188	78.0
	Lucilia nivea		176	73.0
	Acaena microcephala		158	65.6
	Valeriana fonckii		138	57.3
	Euphrasia trifida		105	43.6
	Cladonia gracilis		85	35.3
	Cladonia arbuscula		83	34.4
	Adesmia retusa		78	32.4
	Dicranella costata		70	29.0
	Erigeron myosotis		3	1.2
Begleiter der Nothofagetea pumilionis				
	Platyneurum laticostatum		37	15.4
	Viola reichei		23	9.5
	Escallonia a.var alpina	S	2	0.8
	Escallonia a.var alpina	K	25	10.4
	Berberis bux.var.andina	S	1	0.4
	Berberis bux.var.andina	K	20	8.3
	Nothofagus pumilio	S	5	2.1
	Nothofagus pumilio	K	10	4.1
	Rubus geoides		7	2.9
	Lagenophora hirsuta		3	1.2
	Codonorchis lessonii		2	0.8
	Adenocaulon chilense		1	0.4
Begleiter der Festucetea thermari				
	Agrostis philippiana		172	71.4
	Festuca thermarum		138	57.3
Begleiter der Senecionetea bipontinii				
	Azorella incisa		67	27.8
	Adesmia longipes		3	1.2
	Acaena pinnatifida		3	1.2
	Senecio subdiscoideus		2	0.8
	Senecio bipontinii		2	0.8
	Baccharis nivalis		1	0.4
	Nassauvia revoluta		1	0.4
Begleiter				
	Rhacomitrium willii		230	95.4
	Senecio trifurcatus		227	94.2
DG	Perezia pedicularifolia		225	93.4
	Empetrum rubrum		206	85.5
	Sisyrinchium aff arenarium		183	75.9
	Stereocaulon implexum		163	67.6
	Hierochloe juncifolia		157	65.1
	Poa tristigmatica		154	63.9
	Hypochoeris arenaria		137	56.8
	Cortaderia pilosa		119	49.4
	Cladonia pyxidata		90	37.3
	Hieracium antarcticum		84	34.9
	Azorella lycopodioides		73	30.3
	Gamochaeta spiciformis		72	29.9
	Elymus europaeus		59	24.5
	Luzula racemosa		46	19.1
	Sticta weigelii		31	12.9
	Silene andicola		31	12.9
	Cephalozia sp.		24	10.0
	Pernettya pumila crassifolia		17	7.1
	Nothofagus pumilio		14	5.8
	Pernettya poeppigii		13	5.4
	Plagiochila sp.		12	5.0
	Ourisia brevifolia		11	4.6
	Pinguicula antarctica		11	4.6
	Nothofagus antarctica		9	3.7
	Bryum myurella		9	3.7
	Embothrium coccineum	S	8	3.3
	Nothofagus betuloides	K	7	2.9
	Nothofagus antarctica	K	7	2.9
	Embothrium coccineum	K	7	2.9
	Schizeilema ranunculus		7	2.9
	Nothofagus antarctica	S	6	2.5
	Hypochoeris radicata		6	2.5
	Myrteola barneoudii	K	4	1.7
	Lophocolea subbidentata		4	1.7
	Nothofagus betuloides	S	3	1.2
	Ribes cuculatum	K	3	1.2
	Ranunculus peduncularis		3	1.2
	Myoschilos oblonga	K	2	0.8
	Calceolaria tenella		2	0.8
	Senecio poeppigii		1	0.4
	Nothofagus betuloides	Bl	1	0.4
	Drimys winteri var.andina	S	1	0.4
	Drimys winteri var.andina	K	1	0.4
	Maytenus disticha	S	1	0.4
	Ribes magellanicum	S	1	0.4
	Valeriana lapathifolia		1	0.4
	Chusquea nigricans	K	1	0.4
	Polystichum andinum		1	0.4

Aufnahmenummer

H. Freiberg 1983

Tabelle 5: Erigeroni-Pernettyetum pumilae ass.nov.

Vulkan Antillanca

Erigeroni-Pernettyetum cortaderietosum subass.nov. (1)

A Cortaderia pilosa-Schopfausbildung
B Reine Ausbildung
C Silene andicola-Ausbildung
D Tribeles-Ausbildung
E Tapeinia-Ausbildung
F Tapeinia-Ausbildung mit Gunnera
G Reine Gunnera-Ausbildung
H Gunnera-Ausbildung mit Maytenus disticha

Erigeroni-Pernettyetum typicum subass.nov. (2)

I Reine Gunnera-Ausbildung
J Gunnera-Ausbildung mit Pernettya poeppigii
K Reine Ausbildung
L Pernettya poeppigii-Ausbildung mit Azorella incisa
M Pernettya poeppigii-Ausbildung mit Acaena pinnatifida
N Pernettya poeppigii-Ausbildung mit Nothofagus pumilio
O Embothrium-Ausbildung mit Cortaderia pilosa
P Reine Embothrium-Ausbildung
Q Embothrium-Ausbildung mit Tapeinia

R Vulkan Puyehue
S Cerro Riggi
T Vulkan Puntiagudo

				A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T
Aufnahmenummer				67611484586000544454342654424755642775175514222624232451307003675020000022201103673332320772222110140031202121221211221512221124676366999990
				62500112116999566683591691729315549448100400932945191901017910405170000146724629966770711671031544914376336256556562575261454360262822223011
				69884660790456414854429834127210986657062417467524857446828109851643129195381179746797047532821902100980187335674231127276405860978921236873
Baumarten				
Nothofagus pumilio	S	18	12.9	+ r 1 1 + + + + 1 1+211+rrr
Nothofagus pumilio	K	18	12.9	r r r + rr r 1r +++r+r+1 +
Nothofagus antarctica	S	13	9.4	r r r r +21 22r12 +
Nothofagus antarctica	K	6	4.3	r 1 r++ 1
Nothofagus betuloides	S	13	9.4	r + +r 1 r 1rr +r + r
Nothofagus betuloides	K	3	2.2	+ r r
Straucharten				
Berberis buxifolia andina	S	44	31.7	r 1 11+1+ 2212 111 + 11 1 11 1+111+ 2 1 + 1+1 r+ + 11+ +1+ r + 2
Berberis buxifolia andina	K	54	38.8	r r 1 +r 1+ + +11r1+1+1 + 11 + 1+1 1 1 11 ++11 r+ +r1 r rr++ r rr r +1r1 + + 1
Embothrium coccineum	S	38	27.8	+ + 1211111r r + + ++124+111223222232322322 3
Embothrium coccineum	K	26	18.0	r 1 + +r++11+ +1 3++1+ +++11++1 +
Maytenus disticha	S	35	25.2	+1+1 1+ ++r + 1 +11 1 1+ 11 111 1 + 1 1+ + + 1+r + 2 +
Maytenus disticha	K	31	22.3	+ 1r 1 1+ + + 1 +11 +r+1 1 1 1 111 1 + r 111+ 1+
Myrteola barneoudii	K	20	14.4	+ r r 11 + +1 1 + ++ + + 1 11 r ++
Myrteola barneoudii	S	1	0.7	1
Escallonia alpina alpina	S	15	10.8	+ 2 2 1 + + 11 1 2 1 1 +1 +
Escallonia alpina alpina	K	18	12.9	+ rr ++ r rr r+ 2 + + + + + 1 + +
Drimys winteri var.andina	S	10	7.2	++ +rr+r 1 +
Drimys winteri var.andina	K	8	5.8	r+ r + 11 r +
Ribes magellanicum	S	7	5.0	r1 rr + r +
Ribes magellanicum	K	4	2.9	r + 1r
Ribes cucullatum	S	6	4.3	1 1 11 ++
Ribes cucullatum	K	13	9.4	r 223 + + 1r + + +1r
Ovidia andina	S	4	2.9	+ 1 + +
Ovidia andina	K	3	2.2	rr r
Chiliotrichium rosmarinif.	S	2	1.4	+ 2
Discaria trinerva	S	2	1.4	2+
Myoschilos oblongus	S	1	0.7	r
Berberis microphylla	S	1	0.7	+
Ass.Char.:				
Erigeron myosotis		28	20.1	r + 11+ r r 1 + + + + + 1 + 11 + r r 11 + 1 ++++
Diff.Subass.: (1)				
Cortaderia pilosa		69	49.6	545444532221++444444433333452233345552455342232222333 32+1 + r r 211 +1rr r +
Festuca thermarum		61	43.9	1+r +++1 r1+ r+r11++ 1 21 + + 1111 + 1r11 + rr + 1 2r +r++ 1+ + 2++ + 1 r 1 ++ 11++1 11
Agrostis philippiana		45	32.4	+ r ++ r r +r ++r r++r + + + + r + r + +++ 1r++ +r11+ + + + r+ r+111
Azorella lycopodioides		27	19.4	12 r1 r + 112 1 r +r 1 + 1+ ++ 1 r r ++ 22 +
Diff.Subass.: (2)				
Berberis buxifolia andina	K2	74	53.2	r r 1 +r r1+ 1 + +11+1+12212 + 1111 + 1111111 1+111+ 2++11 1 r+ +r1+1r r+r++ r 11+ +1++1r1++ + +
Platyneurum laticostatum	K2	67	48.2	+ + r1+ ++ + 1+ 11++ 1+1 11+1++1+1+++ + 1+ 1++11 + 1 1 +1+ r1 + 1++ + 11++ +++++11 + + 1 ++ +
Viola reichei	K2	53	38.1	r ++ + 1 +r + +r + ++ ++ + + +1 ++ +++ 1+++++ + ++ 1 r+ ++ + + 1 + r+ 11 + 2 + + r ++
Maytenus disticha		52	37.4	+ +1+1 111+ ++r + 1 +11+111++r+11 111 1 1 1+111 1 1+ + , +r 1+r 11+ + 2 +
Pseudocyphelaria sp.		48	34.5	r + +++r + r ++r + +1 + + 11 +11+ + ++ 1 +++ r+ 11 1 +++11 +1 r++
Diff.Ausb.:				
Ribes cucullatum		14	10.1	r 223 1 + + 1r + + 1 11
Tribeles australis		10	7.2	r 1112rr + + +
Tapeinia pumila	VOK	45	32.4	+ + 444433241121+221112121 1 r r+ + + + r 12+2+ 22211++
Gunnera magellanica		59	42.4	+r + r 221111212111 1 +2211+ 2212+31222311111221221212222++ +1 1 2 +
Carex caduca var.ortegae		49	35.3	1+ +1+ 1+1 +11 + 2 1 r++ r 11+11+1 +1 +3 ++2++ +1+++ 1+1 + + + r + + r
Luzula racemosa		42	30.2	r+r+ + 1 1 11+11++ +rrrlr 1+rr+ +++++ 11 + r r + 1 + 1 111
Pernettya poeppigii		46	32.8	+ + ++ 221211++1 12 2 2112123 231124312222232231+1 +1 1 2
Azorella incisa		55	39.6	r+ 1 r r r + r ++ r+ r ++ r ++ ++ +1+ rr r + +1rl1+1 1+ 1+1++11++ + r++1 rrr+1++
Embothrium coccineum		37	26.4	+ r + 1211111r r + + ++1 4 111323222232322322 3
Acaena pinnatifida		16	11.5	+ 1 + r + r111++11 +
Adesmia longipes		11	7.9	++ r r r ++ rr r
Senecio subdiscoideus		14	10.1	+ + 1 r + + 1r1 + ++ rr
Baccharis nivalis		9	6.5	r r 1 +rr+r r
Nothofagus pumilio	K2	26	18.7	+ r r +r rr r111 + + + + 1 1+211++1r+
Drimys winteri var.andina		15	10.8	rr ++ + 11 +rr+r 1 + +
Nothofagus antarctica		14	10.1	r r r r +21 22+12 +
Nothofagus betuloides		13	9.4	+ r + r 1 r 1rr +r +
Ribes magellanicum		9	6.5	1 rr ++ 1rr +
V,O,K Quinchamalio-Pernettyetea				
Pernettya pumila		128	91.4	+ 1 +1+ 1+31121+111111++111r11+++1+1+1+ +++21+1+++1+112+11+112+ 11++2 111++11+11++214+1+11 11+++++1 +2++ +++1+ ++11+1+1+112+2+11++11+2 3+++
Quinchamalium chilense		125	89.2	rr++ ++ 1+ r+++ +++++11r++r+r+++r 1rr+++++++++11++++2++111+r1+1+12+1 111++11+11+1++111+121111+1 +11111+122112111112++1+ 11+1++++r+ r 1
Lycopodium magellanicum		107	77.0	+111r 1 +11+1+++1+ 1++11+1 1++11+1 1+121+r1+1 1+1+++1+++ +1+ ++++ 11111++ ++1 12 ++ +1+111+ + + 111+ +1++ 11 ++ 21+11121111 +1 1+1+++r ++
Baccharis magellanica		105	75.0	+13+212211 rrr 1r121+1+121 1+11++r1 2213 12+11223+ + + 12 21+3 22322 + 11211+ 2+1212221122+ 12 +1+1+ 2rr r111+2111+ 11221 3 r
Hierochloe juncifolia		105	75.0	2 1+3 3 +++ r r 2211 1131111+, 1 + 11322343222 r +233 33+42323321+3312121 2+23131+111+2+23 22+12 ++ 111221221212111 222121 21
Senecio chionophilus		101	72.7	112r1++ 112 1+ +r++1 rrr + r2 r1r++ r112r +21r++2+112121+++ 1+ r1r+ 211+21+1r1+1+2 213 1 +11+++111+++++1+ r+r+r1r1 11
Adesmia retusa		90	64.7	12++1112222 111 ++ r+ +r1+11 11 1 1 11 +21211++11+12+1+1 1+322+2+1+21121121 122121+2221 221+++2 + 12+ 212
Senecio triodon		85	61.2	+ 1+ 1+1 +r + +1+2 + ++++++++rr+ + r r + +111r 11 +++ +++ +++ + ++1+++++11111 +++2+ ++ ++2 + + 11 1111+ 1+1++++
Euphrasia flavicans		70	50.0	++ 1+ 1+ + ++1 rr rr +r1++1r+++r+ +1r+ r r 1 r ++ 1+ 1111+ + 1+111 +1 +12111 + r1r + 11+1+r1 1
Chloraea gaudichaudii		67	48.2	r1+ + r +r r1++1 1+++ 1 1 r 1++++1+ ++ + r 1 r r + +1 rrr111++ r++r1 r r ++ ++ + +r +r ++1+ 1 +
Cladonia gracilis		58	41.7	rr + r r rr ++ +r+r + r +r+ + rrrrr + r + r + + +1 r rrr r r + ++ ++++1 1+ +1+ +++ +rr r
Valeriana fonckii		59	42.4	+1+ +1 + 12 + 1+ r++ ++ + 1 +11+111+ r+ 1+1+ 1 +++1 + 1 3221 2 r+ + r + 11+ 1 +1++ 1r
Acaena microcephala		56	40.3	+ r+ ++ 121 + 1+1++ 1 ++ + +++rr1+r 1+1 + +r +1rr+ 1+1+ + + + + + 1 r +r+ + 1
Stereocaulon volcanicum		44	31.4	+ 1 rr +1r 1 1++ +rr + r ++ 1 + 111 + + + + r + r++rr + 2 + + + 11 1+ r +
Cladonia arbuscula		40	28.8	+ r rr r 1 1 r r r + + + r + + r ++ r + r r++ 1+ + + + + r+r r + r r r
Lucilia nivea		34	24.2	r r 1 r rr +r r r r r rr r + r + 1+2 r r 1 1 2 +r r +1r 1 +
Dicranella costata		24	17.3	r + + r r r r r r r 1 + + + + + 1 +1 ++1+ 1
Schistochila cunninghamii		12	8.6	+ r r + 1 r + + + +
Cladonia bellidiflora		8	5.8	r r +r + r + r
Placopsis perrugosa		3	2.2	+ + r
Begleiter der Nothofagetea pumilionis (K2)				
Escallonia alpina alpina		29	20.9	+ rr r ++ r +r r+2 2 + + 2 1 + + 11 1 + 1 1 1 +1
Rubus geoides		14	10.1	1 r + 1 + + ++ 1 + 1 1 + 1
Codonorchis lessonii		9	6.5	+ + + rr ++ + r
Lagenophora hirsuta		2	1.4	+ +
Ovidia andina		7	5.0	+ 1 rr r + +
Begleiter				
Senecio trifurcatus		118	84.2	+1++++1+132211+rr1+11111r11+1 +++ rr +11+ r++ 1++++r 1+ r1 1 1+++ ++12 r11111+31111+1 12111++2 111211+112rr+2121111+1+++++11++++++ 1
Perezia pedicularifolia	DG	113	81.3	r+r + + +1++ rr+rr+1++++r ++++r++1++1+r+r1 +1++1 +r+r +21+rr1+ r 1 +++1++++++11111++++r ++++ 1r+ r1 1+ ++ +rr+++1+11++1++r+1+1r
Empetrum rubrum		109	77.8	r 211+22+22123 322 22+ 3+ + 1133211321 5144323333221113244223442 32+r+31534551323441 32141 11122222 2433 24333332342+2 53+
Rhacomitrium willii		108	77.7	++ + r+2 ++ ++++r12+1 2+111+ r+1++1 r+1+r 1 +++++ 1 21 + 113+1+++ +++2+231314+1 2+2+2 21223321 21132+ 222++22 2222 1 213 32221+1 r 2
Pernettya pumila leucocarpa		98	70.5	+1+ 11+21 11++22+ r 11r +r11 +r+2++2121+ +11++ 1+ +1+1+++ +21+++ 11 + +1111+++111 1 1+ +1 +111 12++222+111 11++1r113 rr
Sisyrinchium aff arenarium		99	70.7	+++ ++ +111 + ++1 + rrr + rr +r1+ +++r+rrr 1r1+ +1++ ++1++++ +11+++++ +1++1+++ +1++1++1 1 11+11+++1+++r +r ++ +r+r +rr
Hypochoeris arenaria		91	65.5	+ r+ + 1r ++11+r+ + +r+11 ++ +1 r r +r +r+1 + r +1+++ 1++1rr r+++ ++r +++ r1+++ + r+1 ++ +++ rrr+ +++ r++++1++ + r11r
Poa tristigmatica		88	63.3	r+ ++rr++ 1+11 + r rr + +1 +1+++++1 +rr1+++ ++1 ++r++ + +r111r+++r1+1+++ r ++ + r + ++1 + ++++ + r r ++ r +r22+++r
Stereocaulon implexum		87	62.1	+ r rr+1 r rr+ r+ r+r++rr + rr + + +++ + + +rr+r+ +++ +++1 + ++ ++++++ + ++1+11 + +1+ + 111+1++ +1 r++++++++r+++
Silene andicola		51	36.7	r +rrr11 +111 r +r 1 + + r + +1 r r r 1 ++ 1+ r 2+1 + + +1 ++11++ + 1 1 + + + 1 r
Cephalozia sp.		50	36.0	++r r ++ + ++ +1 + + ++++r+ + + +++ ++ + + + ++ r+r + +++r++11+r ++ 1+ r
Cladonia pyxidata		39	28.1	r +r r r r r r + r r r + r +rrr r + + r r +rr 4++r + rr r+rr
Gamochaeta spiciformis		36	25.9	rr r + r+ r r +++ +r+ + + r r+ +r r+ r r ++ +r r + r r + + r
Pernettya pumila crassifolia		27	19.4	++ 1 + + + + + + + ++ +1 + + +1 ++ + + +r 1 +
Elymus europaeus		19	13.7	r + r r + r r + + r + 1 + 11+ + 1 r 2
Hieracium antarcticum		18	12.9	r r r r ++ r r + ++ rr + + + r r +
Lepidozia chordulifera		18	12.9	+ 1 1 r 1+ + + + ++ + + 1++
Danthonia aff andina		17	12.2	+ 1 1 1 +++ + 1 r 1 1+ + + r r r
Lophocolea subbidentata		13	9.4	+ + + + + ++ + + + ++ + +
Mnium aff.undulatum		12	8.6	+ 1 r + + 1+ 1 +++ r
Bartramia patens		10	7.2	+ 1 + + + r + + + r +
Blechnum penna-marina		9	6.5	1r r + r r 1 + r
Ourisia brevifolia		8	5.8	+ 1 + 1 12 1
Ranunculus peduncularis		6	4.3	r1 1 + 1 1
Acrocladium auriculatum		6	4.3	r r r 1 + 1
Cardamine flacida		4	2.9	r r + 1
Trisetum cernum		4	2.9	rr r r
Hypochoeris radicata		3	2.2	r r r
Uncinia brevicaulis maclov.		3	2.2	+ rr
Cerastium arvense		3	2.2	211
Pinguicula antarctica		3	2.2	+ 1 +
Gackstroemia magellanica		3	2.2	+ +r
Polytrichadelphus magellanicus		3	2.2	+ ++
Acaena ovalifolia		2	1.4	1 r
Gaultheria caespitosa		2	1.4	+ +
Calceolaria biflora		2	1.4	2 r +
Zygodon pentastichus		2	1.4	2 +
Cotula scariosa		1	0.7	r
Elymus gayanum		1	0.7	1
Senecio bipontinii		1	0.7	r
Rigodium sp.		1	0.7	r
Blepharidophyllum clandestinum		1	0.7	+
Bryum myurella		1	0.7	r
Cifela sp.		1	0.7	r
Phleum commutatum		1	0.7	1
Geranium aff magellanicum		1	0.7	1
Agrostis flavidula		1	0.7	+
Senecio chilensis		1	0.7	2
Aufnahmenummer				67611484586000544454342654424755642775175514222624232451307003675020000022201103673332320772222110140031202121221211221512221124676366999990
				62500112116999566683591691729315549448100400932945191901017910405170000146724629966770711671031544914376336256556562575261454360262822223011
				69884660790456414854429834127210986657062417467524857446828109851643129195381179746797047532821902100980187335674231127276405860978921236873

H. Freiberg 1983

Tabelle 6: Escallonietum alpinae ass.nov.

A Vulkan Puntiagudo
B Vulkan Osorno
C Vulkan Puyehue
D Vulkan Mocho-Choshuenco
E Vulkan Quetropillan
F Vulkan Llaima

Vulkan Antillanca
G Reina Ausbildung
H Baccharis magellanica-Ausbildung
I Senecio hieracium-Ausbildung

					AB C D E FG H I
Aufnahmenummer					0999990000001000000000000000088972323322322222222221226341333
					1553335611110245566676623346868740818179877349337788494283001 1
					2528374545679950264327816781321837415022239905876598201786064 6
Baumarten					
Nothofagus pumilio	S	9	14.5		rr r 1 r ++ 1 1
Nothofagus pumilio	K	3	4.8		r++
Nothofagus antarctica	S	4	6.5		1 1+r
Nothofagus betuloides	B1	1	1.6		1
Nothofagus betuloides	S	2	3.2		r 1
Straucharten					
Escallonia alpina alpina	S	49	79.0		52325532224354343435 3 54554333233333 333 21223322 211
Escallonia alpina alpina	K	16	25.8		++ + + + 1 + +++ +1 r2 +1
Berberis buxifolia andina	S	49	79.0		++1++ 11r1r1+12 2+11111122r1122 1+ 2221r1111 1 1 111++ 1 1
Berberis buxifolia andina	K	21	33.9		r + r r + r 1 r 1+ 11+11 +2 + 1 +
Maytenus disticha	S	36	58.1		111 1+ ++r212 2 1 2 22 1112212211211+1 2 2 + + 1
Maytenus disticha	K	6	9.7		+ 1 1 1 1+
Ovidia andina	S	37	59.7		111 2221r2 23+222 + 3 3r 1 1r111+222+2+2+ 1 1+
Ovidia andina	K	1	1.6		r
Ribes cucullatum	S	28	45.2		+ 11 2 r 11 21r22+22r+ 411 1 222+ 2 1+
Ribes cucullatum	K	14	22.6		+ + 1 11 1 r 1 ++r+ +
Ribes magellanicum	S	23	37.1		1 r r 1+ 1rr1 1 1 r + 1 1 1 11 + + 11 +
Ribes magellanicum	K	12	19.4		+r r r r + + 1++ +
Drimys winteri var.andina	S	20	32.3		+ +r r + r+ + 1111r1+2r1 r
Drimys winteri var.andina	K	6	9.7		+ + + + +1
Embothrium coccineum	S	12	19.4		r 2 r + 312 r1221
Embothrium coccineum	K	7	11.3		+ 1 ++1+ +
Discaria trinerva	S	7	11.3		1 +1 5434
Chiliotrichium rosmarinif.	S	6	9.7		311 21 1
Myrteola barneoudii	S	3	4.8		2 + +
Myrteola barneoudii	K	3	4.8		+ + +
Berberis serrato-dentata	S	1	1.6		+
Berberis serrato-dentata	K	1	1.6		+
Myoschilos oblongus	S	1	1.6		+
Myoschilos oblongus	K	1	1.6		r
Chusquea nigricans	S	1	1.6		1
Berberis darwinii	S	1	1.6		1
Ass./Verb.Char.: Escallonietum alpinae					
Berberis buxifolia andina		53	85.5		++1++ 11r1r1+12 2+11111 22r112 r1+1 2221r111111 12111++1 1+1
Escallonia alpina alpina		51	82.3		52325532224354343435 5555433323333 3331212233122211
Ovidia andina		35	56.5		111 2221r2 23+222 + 3r 1 1r111+222+2+2 1 1+
Diff.Ausb.					
Adesmia emarginata		14	22.6		+2+ r++ 222 2+2+1
Perezia lysata		11	17.7		rrr + rr r +r+ 1
Discaria trinerva	S	7	11.3		1 +1 5434
Diff.arten der Höhenform (900-1250m)					
Drimys winteri var.andina		19	30.6		+ +r + + +1111r1 2r1 r
Embothrium coccineum		14	22.6		r 2 r + 312+11221
Dendroligotrichon dendroides		5	8.1		++ + r 1
Nothofagus betuloides		3	4.8		1 r 1
Diff.Ausb.					
Plantago lanceolata		1	1.6		1
	K2	Baccharis magellanica	8	12.9	r r + 11+ +r
	K2	Senecio triodon	5	8.1	+ 1++ r
	K2	Euphrasia flavicans	3	4.8	1 + +
		Senecio hieracium	2	3.2	11
		Leuceria papillosa	2	3.2	r+
		Calceolaria tenella	2	3.2	++
O,K Nothofagetea pumilionis					
Viola reichei		39	62.9		2 1+1+2+ 1+ r 1 r +1+1++1++11111+ +21+1+1 ++111
Rubus geoides		38	61.3		111 +1+1 +111 +1 +1+1111 11+1 + 1 111 1+ 1111+ 1 1
Platyneurum laticostatum		31	50.0		111 1 +1 r +1212+1+ +++ +1111++11 r+ +3
Uncinia brevicaulis maclov.		27	43.5		111r1++1 1+ rr 11 1 ++ +1 1r + 11+11
Lagenophora hirsuta		21	33.9		111 + + 1 +1+++ 1 +r+1 ++ ++ 1
Macrachaenium gracile		10	16.1		1 2 2 112 1 rr 1
Nothofagus pumilio		9	14.5		rr 1 r r++ 1 1
Adenocaulon chilense		8	12.9		rr 1+1 + + +
Codonorchis lessonii		2	3.2		+ +
Carex minutissima		1	1.6		+
Begleiter der Quinchamalio-Pernettyetea (K2) und Festucetea thermari (K3)					
Lycopodium magellanicum		36	58.1		+1 1 +1+1+ 1112 11++11+ r +1r +++11 11 1 + 1+11
	K3	Festuca thermarum	29	46.8	3+ + 23322 1331r 32 +3+2 1 2+ r r 1111+
		Senecio chionophilus	28	45.2	+ +r+rrrr+r rr3 + rr2 1+ 1 +r r1 1+ 2 +
		Pernettya pumila	27	43.5	+++ 114r+1r+ ++2 ++ + +1++221+22
		Hierochloe juncifolia	27	43.5	1 + 1r 2 r + 12r +r ++ 1+ 2 1 +12+11r+1
	K3	Agrostis philippiana	25	40.3	r r + +rr + +r+r1 + r + 1 + r + + +111+
		Acaena microcephala	19	30.6	r +++1 + r++ ++ 1 21 111 11
	K3	Cortaderia pilosa	19	30.6	+1 rr r + +12122 1+ 1+321
		Quinchamalium chilense	17	27.4	r1 r r r + r r+ r r 2++1+ r
		Pernettya pumila leucocarpa	10	16.1	1 r 1 1 + + r +1 +
		Adesmia retusa	8	12.9	1 r + + r + 2
		Chloraea gaudichaudii	8	12.9	r r r + ++ r
		Erigeron myosotis	5	8.1	r r +r +
		Schistochila cunninghamii	4	6.5	++ + +
		Cladonia gracilis	3	4.8	r + r
		Valeriana fonckii	2	3.2	1+
		Lucilia nivea	1	1.6	r
		Tapeinia pumila	1	1.6	1
		Stereocaulon volcanicum	1	1.6	r
		Cladonia arbuscula	1	1.6	r
Begleiter der Nothofagetea antarcticae					
Maytenus disticha		37	59.7		111 1+ ++r212 2 1 22 1112212211211+1 2121+ + 1
Ribes magellanicum		23	37.1		1 r r 1+ 1rr1 1 r + 1 1 1 11 + ++ 11 +
Nothofagus antarctica		4	6.5		1 1+r
Begleiter					
Pernettya poeppigii		45	72.6		532 +332222 1111121232212 4+11 1+ 1322212 2 221312 r +
Blechnum penna-marina		39	62.9		12+1+12211211 1212221 1 ++ +12 + 2122 1+2++2 1 3
Ribes cucullatum		33	53.2		+ 11 2 r 11 21r22 22r+ 4 1 +1111222+ r 2 ++ + 1
Gunnera magellanica		32	51.6		23 1123 33433+223333323 315312122 12
Gamochaeta spiciformis		25	40.3		+ + r r r r r ++ + + + r++ + r +1r+r r11
Empetrum rubrum		24	38.7		+ 1221+ 22+r r13+3++3 2 1213 r
Hypochoeris arenaria		22	35.5		+r + r 1 + + ++ 1 +1 rr+1 111+++
Sisyrinchium aff arenarium		21	33.9		r + rr+ + r r++ + + r+++1++++
Pseudocyphelaria sp.		20	32.3		+ + r++ 11r+1+ ++++ + + 1+ r
Carex caduca var.ortegae		18	29.0		+ + r + 1+1 +12 +1 2 121+ +
Cephalozia sp.		18	29.0		rr r + ++ r+ + 11 +1 +++++r
Ranunculus peduncularis		16	25.8		+ 1 1rr+1 r 1 1 + r + + + + 1
Poa tristigmatica		15	24.2		r + 1 1 +1++ r r 11++1
Perezia pedicularifolia		14	22.6		+ ++ 1 + + 1++111+1
Cerastium arvense		14	22.6		+ r + r +++ +rr1+ 1 r
Cladonia pyxidata		12	19.4		rr + r + r r +r + rr +
Elymus gayanum		11	17.7		+ r +1 + +rr + + +
Senecio trifurcatus		11	17.7		r+ r r r r r+ +1+2
Calceolaria biflora		11	17.7		+ + 1++ 1+ + 1r + ++
Lophocolea subbidentata		11	17.7		+1 + +++ + + + ++
Pernettya pumila crassifolia		10	16.1		+ +1 + 1 + 1 ++1
Silene andicola		9	14.5		r + r r + 1++
Rhacomitrium willii		9	14.5		+ ++ + + + 1 1 1
Lepidozia chordulifera		9	14.5		r ++ 1 +1+ + +
Acrocladium auriculatum		9	14.5		r + + + + + +1
Sisyrinchium junceum		7	11.3		++ +11 1 +
Bartramia patens		7	11.3		+ r + + 11
Mnium aff.undulatum		7	11.3		+ + + + r ++
Myrteola barneoudii		6	9.7		+2 + + + +
Cardamine flacida		6	9.7		+ r + 1r 1
Elymus europaeus		6	9.7		1 r + + r r
Acaena ovalifolia		5	8.1		1 + r ++
Valeriana lapathifolia		4	6.5		1 12 +
Luzula racemosa		4	6.5		1r r1
Stereocaulon implexum		4	6.5		r r ++
Danthonia aff andina		4	6.5		1 + +
Azorella incisa		3	4.8		r r
Polystichum mohrioides		3	4.8		+ + +
Rigodium sp.		3	4.8		r r 1
Polytrichadelphus magellanicus		3	4.8		+ 1 +
Adesmia longipes		2	3.2		r r
Azorella lycopodioides		2	3.2		1 2
Rytidosperma globosa		2	3.2		+ 1
Senecio subdiscoideus		2	3.2		1 r
Hieracium antarcticum		2	3.2		r +
Luzuriaga radicans		2	3.2		1 +
Myoschilos oblongus		1	1.6		+
Baccharis nivalis		1	1.6		r
Gaultheria caespitosa		1	1.6		r
Hypochoeris radicata		1	1.6		+
Ourisia brevifolia		1	1.6		+
Senecio bipontinii		1	1.6		+
Trisetum cernum		1	1.6		+
Trisetum spicatum		1	1.6		+
Senecio hieracium		1	1.6		r
Valeriana philippiana		1	1.6		+
Osmorhiza chilense		1	1.6		1
Rumex acetosella		1	1.6		+
Gackstroemia magellanica		1	1.6		+
Fragaria chiloensis		1	1.6		+
Rhytidosperma globosa		1	1.6		2
Erigeron leptopetalum		1	1.6		r
Hypochoeris gayana		1	1.6		r
Aufnahmenummer					0999990000001000000000000000088972323322322222222221226341333
					1553335611110245566676623346868740818179877349337788494283001 1
					2528374545679950264327816781321837415022239905876598201786064 6

H. Freiberg 1983

Tabelle 7: Carici-Nothofagetum pumilionis ass.nov.prov. (Zwergseggen-Lenga-Wald - Vulkan Antillanca)

Vulkan Antillanca

A Valeriana lapathifolia-Ausbildung
B Macrachaenium gracile-Ausbildung
C Reina Ausbildung
D Embothrium-Ausbildung mit Myrteola barneoudii
E Embothrium-Ausbildung mit Myrteola und Baccharis magellanica
F Embothrium-Ausbildung mit Baccharis magellanica
G Chusquea tenuiflora-Ausbildung
H Chusquea nigricans-Ausbildung
I Cerro Riggi
J Vulkan Osorno
K Vulkan Mocho-Choshuenco
L Vulkan Quetropillan

					A B C D E F G H I J K L
Aufnahmenummer					4454554355663434544635352454535527414768602125122223411671247575422599999000188
					5425994916919996835083928814291177755692998440496665935536593727098850111534726 8
					6079045346238576898261657604905370845940321688479345216808513182730639015693038 2
Baumarten					
Nothofagus pumilio	B1	18	22.5		4554555 5 55 4 5 555 2 5 5
Nothofagus pumilio	B2	21	26.2		22+2112 4 5 55 3 + 32 3 2 5 13 +
Nothofagus pumilio	S	66	82.5		2 1+3451 + + 135514 +r+55544554 2154 2+22224222233424 24223 1551355555 55 +55
Nothofagus pumilio	K	46	57.5		2++111 12r222211 2+232 + ++2 112 r 1 ++ 1r1r+11 r+ 11+ 1++
Nothofagus antarctica	S	20	25.0		+ r 54543 431+rr1 +4r 2 r 5
Nothofagus antarctica	K	3	3.7		1 1 +
Nothofagus betuloides	B1	5	6.3		2 1 1 5 5
Nothofagus betuloides	B2	5	6.3		3 r +21
Nothofagus betuloides	S	18	22.5		12 1 2 +1 1321+4r + 3 2 r 1
Straucharten					
Maytenus disticha	S	68	85.0		2112122+22221 221+121111 12 22111121r22+222r111+1111r+ 12 12+++221 3 2 112+2
Maytenus disticha	K	26	32.5		+ r 1 + + 1 ++ 1 + 1r r 1r 1r+1121+ ++
Drimys winteri var.andina	S	61	76.2		3+22131+2313224r1 3+212 +1 3++1 212+ ++1222+12++111 2r1 ++1+1121+ 2 r r
Drimys winteri var.andina	K	28	35.0		+++r + ++ +r+ 1 +r+r r + + + r + +r r+r + +
Escallonia alpina alpina	S	62	77.5		1122211 122r22212 12212 1++ + 321r1122+1321122221 2 1 1+2+ r21+1 111 1 r+ +
Escallonia alpina alpina	K	14	17.5		r r++ + + + + + + + r+
Berberis buxifolia andina	S	58	72.5		+r+++rr+r+ r++r2+r+ rr rr + r1rr+12r1+11111 1++111rrr r 1+ r r + r11 r+
Berberis buxifolia andina	K	33	41.2		+ +r r rr+ r r + + r + +++r1 + + +++++ 1r++1 r r r
Ribes magellanicum	S	59	73.7		11r1+11 11 11+1111 r1+12r1++r++1r+21 1r 11+ +1 + r 1r r 1 11+1++111 r 1r1
Ribes magellanicum	K	38	47.5		+ r1+++r r ++ r++ ++ +r+ rr +1 + + + + r r +r r ++++r r r
Ovidia andina	S	49	61.2		r++r+ +1+++11 r +11 1 + +111 +r1+++111 r12 1 + 1 1 1+rr rr+ + 2 21
Ovidia andina	K	13	16.2		r + r r r r r rr + r r +
Embothrium coccineum	S	25	31.3		r +r 1 121+1 112221213111 r 1r r
Embothrium coccineum	K	10	12.5		+ + 11 + 1 +1 r r
Chusquea tenuiflora	S	11	13.7		1 + + r + 55321 +
Myoschilos oblongus	S	7	8.7		+ 1 + + + + 1
Myoschilos oblongus	K	4	5.0		r r r 1
Myrteola barneoudii	S	5	6.3		2 1 221
Myrteola barneoudii	K	8	10.0		r 1 1+ 11 2 +
Chusquea nigricans	S	5	6.3		+ + 421
Ribes cucullatum	S	1	1.2		1
Ribes cucullatum	K	4	5.0		rr + r
Berberis serrato-dentata	S	4	5.0		12 r 1
Berberis serrato-dentata	K	2	2.5		r +
Gaultheria phillyreifolia	S	3	3.7		r r r
Gaultheria phillyreifolia	K	2	2.5		r r
Chiliotrichium rosmarinif.	S	2	2.5		r r
Berberis microphylla	S	1	1.2		+
Desfontainea spinosa	S	1	1.2		+
Berberis linearifolia	S	1	1.2		r
Ass.Char.:					
Carex minutissima		4	5.0		1 1 + r
Diff.arten der Höhenform (900-1250m)					
Drimys winteri var.andina		65	81.3		3+22131+2313224r1+ 3+212r+1 3++1+212++++1222+12++111 2+1r +1+1121+ 2 r r
Nothofagus betuloides		23	28.7		2 1 12 3 1 2 +1 1321+4r 3522 r 1 5
Diff.Ausb.:					
Valeriana lapathifolia		5	6.3		3311 +
	O,K	Macrachaenium gracile	15	18.8	11+322111 + + 1 r 1 +
		Myrteola barneoudii	11	13.7	1 21+111221 +
		Embothrium coccineum	23	28.7	r +r 1 121+1 112221213 r 1r r r
	K2	Quinchamalium chilense	16	20.0	rr r rrrr +r +1+++ 1+
	K2	Pernettya pumila var.leucocarpa	12	15.0	++r++r+ + rr 2 +
		Racomitrium willii	12	15.0	r +2+12r++ 2+ r
	K2	Baccharis magellanica	9	11.2	+ rr 1+r+ 2 +
		Chusquea tenuiflora	11	13.7	1 + + r + 55321 +
		Chusquea nigricans	5	6.3	+ + 421
V,O,K Nothofagetea pumilionis					
Nothofagus pumilio		74	92.5		4554555455455545555554555+5554455432254 2+22324222233424r5 23 53551355555 55 555
Rubus geoides		65	81.3		1111+111111111111 111121111+1111 21111111211 112++ +1 1r 11 + 11112 ++111 11
Berberis buxifolia var.andina		65	81.3		++r+++rr+r+rr+++r2+r+rrr+r+ + r1r++12+1+11 11+1++111rrr1r 1+ r r + r11 r r+
Platyneurum laticostatum		64	80.0		1+11211+121221212 111211 1+1111 112 1r1++221++1++1+ 11+ 11r 1+11++2 r1 ++
Escallonia alpina alpina		62	77.5		1122211r122r22112 12212 1++ + 321r1122+1321122221 2 1 2+ r21+1 111 1 r+ +
Viola reichei		59	73.7		2222122+21 +12121222 +2242+1+ ++ 12211111112 11+1+ 1 + r 11 + 11121 +11 +
Ovidia andina		51	63.7		r++r++ +1+++11 r +11 1 + +111 +r1+++111 r12r 1 + 1r 1+rr rr+ + 2 21
Lagenophora hirsuta		48	60.0		1111 12++1 11111+111111++1+1 ++1 1+ 111 1 r 1 r + + +11 r+1 +1
Adenocaulon chilense		41	51.2		1111121212 1221212+2+111r+1 rr+ rr+ r+ r + r +r r r + 3
Codonorchis lessonii		22	27.5		++++++ ++ +++ +r r1 +++ + + + +
Uncinia brevicaulis macloviana		18	22.5		+ r+ r + 1rr r + r r +r + 1 + +
Begleiter der Quinchamalio-Pernettyetea (K2) und Festucetea thermari (K3)					
Pernettya pumila		49	61.2		r r++ 31r3221 2 32232 r3 +23+r +1r1+1+ 1+1 1++11++1+r++ + +1
	K3	Cortaderia pilosa	42	52.5	++ + ++r++r++ + 12++ +1 11++ 1 4212 1 12+ 1+ +2 9 +2 rr + 2
	K3	Festuca thermarum	38	47.5	r +++ ++r1+++ + +++1+ rr ++1+ r + 1+ + r r + + 11+1r
		Lycopodium magellanicum	35	43.8	+ + + + + + +r +1 r ++ 1 +1 +1 1+ 1 11112 +22+ r + r r r
		Hierochloe juncifolia	31	38.7	rrr+ ++ + 1 + + r ++rrr +++11r11+2211 + +
		Senecio chionophilus	31	38.7	r r rr r r r+ r r+ rr + r++ r + + rr 11++1 r r + r
	K3	Agrostis philippiana	17	21.2	+ rrr r r r r r + r r + ++ 1r r
		Acaena microcephala	16	20.0	+ + 1rr 1+ 1 +rr + r1 r
		Senecio triodon	15	18.8	r r r r r rr r + ++ +1 + +r
		Schistochila cunninghamii	9	11.2	+ rr r + + ++r
		Chlorea gaudichaudii	8	10.0	+ r 1 + r + r r
		Valeriana fonckii	7	8.7	r r rr ++ r
		Adesmia retusa	6	7.5	+ + r ++ r
		Tapeinia pumila	6	7.5	+ r 1r 2 r
		Cladonia gracilis	6	7.5	+ +++ 1+
		Dicranella costata	4	5.0	+ + + +
		Euphrasia flavicans	2	2.5	r r
		Stereocaulon volcanicum	2	2.5	+ r
		Lucilia nivea	2	2.5	+
		Placopsis perrugosa	1	1.2	r
Begleiter der Nothofagetea antarcticae					
Maytenus disticha		74	92.5		2112122+22221 221+121111+12122111121r22+222r11111111r+ 1 12+++221r311212 112+2
Ribes magellanicum		65	81.3		11r1+11r11 +11+1111+r1+12r1++r++1r+21 1r+11+ +1 r+ r 1r rr 1 11+1++111 r 1r1
Nothofagus antarctica		21	26.2		+ r 1 54543 431+rr1 +4r 2 r 5
Begleiter					
	DG	Perezia pedicularifolia	42	52.5	rr11++1+ +11 ++ +1++11 ++ ++1+ + r+r+ ++ + r r++ ++ 1+ +
		Gunnera magellanica	42	52.5	2 +r 14 r1 22 23 + 2+ 121 32 3+ 2323322+212223+ 1 12 +2 +
		Cephalozia sp.	40	50.0	r1 r+ ++rr ++++r +r +r 1r r+ r ++r + ++ 1 +++++ +1r + + +
		Empetrum rubrum	37	46.2	r r1 + 1 1 + ++311 1r+++ 1141122124332352+3 + +
		Pernettya poeppigii	37	46.2	++ r + r + r + 2 + 1334 32 3 3132 33 r321 2+++31111+ r
		Pseudocyphelaria sp.	35	43.8	rr r + + r+ + 1 + r + + +1 ++1111++ 2+r + r ++rr++ r +
		Sisyrinchium aff arenarium	24	30.0	1+ r + + + rr +r r r rr +rr r+rrr +1 r
		Senecio trifurcatus	23	28.7	+ r r +r + r r + +r 1++1111+1 1r
		Lophocolea subbidentata	23	28.7	+ + + + + + r ++ + 1r1 + 1++++ r ++
		Hypochoeris arenaria	22	27.5	r +r r r r 1r+r+r+ rr r r + + r+r 1
		Lepidozia chordulifera	22	27.5	r +1 + 1+ + + ++ + 1+1 1 111 +r+ +
		Blechnum penna-marina	22	27.5	r 1 rr 1 + + 1 2 r+r ++ + r r 2 r211
		Acaena ovalifolia	19	23.7	1+r1 ++1 r r 1 11 r 1 1 1 + +
		Poa tristigmatica	19	23.7	+rr+ +r + rr r +++ r r r +r +
		Acrocladium auriculatum	17	21.2	r 1 + + +r 1++ + 1 + + + r + +
		Cladonia pyxidata	16	20.0	r r rr + + + ++r rrrr r r
		Gamochaeta spiciformis	14	17.5	+ 1r+ + r + ++ + r + + r+
		Pernettya pumila crassifolia	12	15.0	+ + r + 1r + + 1 + 1r 1
		Mnium aff.undulatum	12	15.0	+1+ + + 1 r ++ ++ +
		Bartramia patens	11	13.7	r + + + + ++ r +
		Stereocaulon implexum	9	11.2	r r + +rr+ ++
		Sisyrinchium junceum	7	8.7	++r+ + r r
		Hieracium antarcticum	5	6.3	r r r r +
		Baccharis nivalis	4	5.0	r r+ r
		Carex caduca var.ortegae	4	5.0	r rr +
		Osmorhiza chilense	4	5.0	+ 1 r +
		Zygodon pentastichus	4	5.0	+ + r +
		Azorella incisa	3	3.7	r r r
		Azorella lycopodioides	3	3.7	r r 1
		Hypochoeris radicata	3	3.7	r + +
		Ourisia brevifolia	3	3.7	r r r
		Silene andicola	3	3.7	r + +
		Luzuriaga radicans	3	3.7	+ + 1
		Rumex acetosella	3	3.7	+ +
		Blepharidophyllum clandestinum	3	3.7	+++
		Adesmia longipes	2	2.5	+ r
		Elymus gayanum	2	2.5	+ r
		Luzula racemosa	2	2.5	r r
		Senecio subdiscoideus	2	2.5	r r
		Dendroligotrichon dendroides	2	2.5	r +
		Elymus europaeus	2	2.5	r r
		Gackstroemia magellanica	2	2.5	r r
		Elymus gayanum	1	1.2	1
		Gaultheria caespitosa	1	1.2	r
		Ranunculus peduncularis	1	1.2	r
		Tribeles australis	1	1.2	+
		Leuceria coerulescens	1	1.2	1
		Senecio scanthifolius	1	1.2	1
		Polystichum mohrioides	1	1.2	1
		Pinguicula antarctica	1	1.2	r
		Rigodium sp.	1	1.2	r
		Bryum myurella	1	1.2	r
		Danthonia aff andina	1	1.2	r
		Aufnahmenummer			4454554355663434544635352454535527414768602125122223411671247575422599999000188
					5425994916919996835083928814291177755692998440496665935536593727098850111534726 8
					6079045346238576898261657604905370845940321688479345216808513182730639015693038 2

H. Freiberg 1983

Tabelle 8: Südchilenisch-hochandine Quell- und Flachmoorgesellschaften (Caltho-Ourisietea Oberd. 60)

Cerro Riggi

A Ourisia microphylla-Gesellschaft
B Schoenus andinus-Gesellschaft
C Empetrum rubrum-Gesellschaft

Vulkan Puntiagudo

D Pinguicula antarctica-Gesellschaft

Vulkan Quetropillan

E Plantago barbata-Fazies
F Reine Caltha andicola-Ausbildung mit Carex gayana
G Reine Caltha andicola-Ausbildung
H Caltha andicola-Ausbildung mit Marsippospermum
I Berberis microphylla-Gesellschaft

Vulkan Antillanca

J Aster vahlii-Gesellschaft
K Carex decidua-Gesellschaft

				AB C DEFGHI JK
Aufnahmenummer				99999990898888846
				00111001608866791
				37234564926537061
Caltha limbata		14	82.4	22321223+ 22212
Plantago barbata		10	58.8	11r1111 42 +
Caltha andicola		3	17.6	311
Pinguicula antarctica		3	17.6	r +1
Ourisia microphylla		1	5.9	1
Schoenus andinus		4	23.5	222r
Carex banksii		3	17.6	32+
Hypochoeris arenaria		5	29.4	1+r ++
Versch.Moose		1	5.9	3
Empetrum rubrum		7	41.2	r 223r 31
Danthonia aff andina		8	47.1	121 + 1 +11
Donatia fascicularis		2	11.8	12
Azorella lycopodioides chil.		2	11.8	1+
Aster vahlii		7	41.2	12223+ 3
Eleocharis albibracteata		3	17.6	121
Gentiana pearceii		2	11.8	+1
Carex gayana		1	5.9	3
Marsippospermum grandiflorum		4	23.5	r + +2
Berberis microphylla	S	3	17.6	11+
Stereocaulon implexum		3	17.6	r1+
Perezia fonckii		3	17.6	1r+
Carex decidua		1	5.9	3
Carex canescens		1	5.9	2
Begleiter der Quinchamalio-Pernettyetea und Festucetea thermari (K2)				
Pernettya pumila		14	82.4	+1122211 2 113+1
K2 Festuca thermarum		9	52.9	1 + r 322211
Quinchamalium chilense		8	47.1	r +++ +1+1
Senecio triodon		8	47.1	r 1+r +11+
Lycopodium magellanicum		8	47.1	r+r++ 1++
Acaena microcephala		6	35.3	+ + +++r
K2 Cortaderia pilosa		7	41.2	r + r +1 r1
Euphrasia flavicans		5	29.4	++++ +
Valeriana fonckii		5	29.4	r +r + r
Cladonia arbuscula		5	29.4	r+++ r
Lucilia nivea		3	17.6	+ rr
Senecio chionophilus		3	17.6	r + r
K2 Agrostis philippiana		3	17.6	+ 1+
Dicranella costata		2	11.8	r r
Cladonia gracilis		2	11.8	r r
Euphrasia flavicans		2	11.8	+ +
Baccharis magellanica		1	5.9	+
Chloraea gaudichaudii		1	5.9	r
Schistochila cunninghamii		1	5.9	r
Stereocaulon volcanicum		1	5.9	1
Placopsis perrugosa		1	5.9	r
Begleiter				
Tapeinia pumila		11	64.7	1 113333 312+
Azorella lycopodioides		9	52.9	+r+ 1+ + +r1
Senecio trifurcatus		8	47.1	+r++++r r
Poa tristigmatica		7	41.2	r +r 11r1
Rhacomitrium willii		6	35.3	1 r+1rr
Polytrichadelphus magellanicus		5	29.4	2 + 1+1
Zygodon pentastichus		4	23.5	+11 +
Ranunculus peduncularis		3	17.6	rr +
Sisyrinchium aff arenarium		3	17.6	r+ +
Gunnera magellanica		3	17.6	+ r +
Elymus europaeus		3	17.6	+ 1 1
Platyneurum laticostatum		3	17.6	+ 1 1
Perezia pedicularifolia		2	11.8	+ r
Schizeilema ranunculus		2	11.8	1 1
Hieracium antarcticum		2	11.8	++
Cladonia pyxidata		2	11.8	+ r
Senecio chilensis		2	11.8	+r
Nothofagus pumilio	K	1	5.9	r
Nothofagus antarctica	K	1	5.9	+
Berberis buxifolia andina	K	1	5.9	2
Azorella incisa		1	5.9	1
Gamochaeta spiciformis		1	5.9	r
Luzula racemosa		1	5.9	r
Pernettya pumila leucocarpa		1	5.9	1
Tribeles australis		1	5.9	2
Carex caduca var.ortegae		1	5.9	1
Oxalis magellanica		1	5.9	1
Cephalozia sp.		1	5.9	+
Acrocladium auriculatum		1	5.9	1
Sticta weigelii		1	5.9	r
Perezia variabilis		1	5.9	+
Gaultheria minima		1	5.9	1
Valeriana gilliesii		1	5.9	1
Poa borchersii		1	5.9	1
Aufnahmenummer				99999990898888846
				00111001608866791
				37234564926537061

H. Freiberg 1983

Tabelle 9: Südandine Rasengesellschaften (Festucetea thermari class.nov.)

Vulkan Puyehue

A Gunnero-Festucetum ass.nov.prov.

Vulkan Mocho-Choshuenco

Carici-Festucetum ass.nov.

B Marsippospermum grandiflorum-Ausbildung
C Danthonia-Ausbildung mit Acaena pinnatifida
D Reine Danthonia-Ausbildung
E Reine Ausbildung
F Reine Blechnum-Ausbildung
G Blechnum-Ausbildung mit Hierochloe
H Blechnum-Ausbildung mit Hierochloe und Pernettya
I Blechnum-Ausbildung mit Pernettya poeppigii

Vulkan Quetropillan

Perezio-Festucetum ass.nov.

Perezio-Festucetum marsippospermetosum

J Phleum commutatum-Ausbildung
K Poa borchersii-Ausbildung

Perezio-Festucetum valerianetosum

L Reine Ausbildung, Empetrum rubrum-Stadium
M Tapeinia pumila-Ausbildung

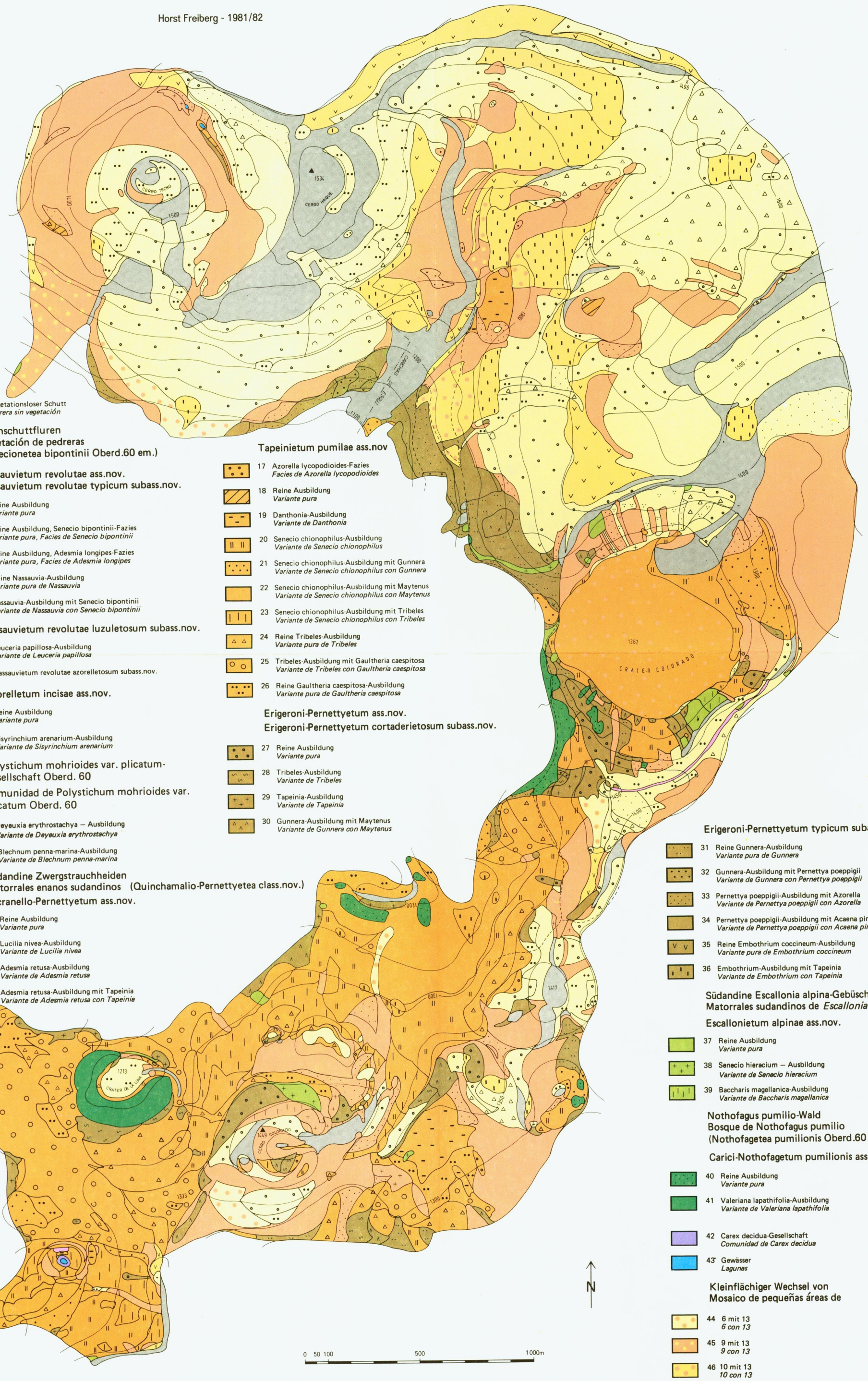
				A BC DE F G H I J K L M
				99999990000000000000000000011110000000000010000001000000000000010001001188988888888888888
				33222233777770050011135688811223444221222200035051033542430518401271450099079889978676778
				45674523345764162712358056913012247200687538909370648503115194618416937889090982470254234
Straucharten				
Berberis buxifolia andina	S	18	20.2	r ++1++ 1 2 12 1 11 + + 11+
Berberis buxifolia andina	K	36	40.4	++ 1 2r 13 r + r+ r +r r2r + 11+ +r1 r2 121 r r rr+ + +
Chiliotrichium rosmarinif.	S	10	11.2	+ 1+222 321 r
Chiliotrichium rosmarinif.	K	1	1.1	r
Escallonia alpina alpina	S	8	9.0	r + r 1 1 + 11
Escallonia alpina alpina	K	4	4.5	r r r +
Berberis microphylla	S	6	6.7	1r11 + r
Ribes cucullatum	S	5	5.6	rr++ 1
Ribes cucullatum	K	6	6.7	r 1 + + r r
Discaria trinerva	S	3	3.4	22+
Myrteola barneoudii	K	2	2.2	r +
Nothofagus pumilio	S	3	3.4	r 2 r
Nothofagus pumilio	K	1	1.1	r
Maytenus disticha	K	2	2.2	1 1
Ribes magellanicum	K	2	2.2	r r
Berberis rosmarinifolium	S	2	2.2	1+
Ovidia andina	S	1	1.1	r
Ovidia andina	K	1	1.1	+
Nothofagus antarctica	S	1	1.1	3
Discaria serratifolia	S	1	1.1	+
Diff.arten Gunnero-Festucetum				
Gunnera magellanica		7	7.9	11r+212
Senecio trifurcatus		6	6.7	r+++ r +
K2 Adesmia retusa		5	5.6	1++11
DG Perezia pedicularifolia		5	5.6	1++ 1 1
Char.u.Diff.arten Carici-Festucetum				
Danthonia aff andina		9	10.1	1112+3 + r +
Acaena pinnatifida		6	6.7	1131r r
Calandrinia gayana		6	6.7	+11 + r r
Elymus gayanum		6	6.7	221 r + 1
Cardamine flacida		56	62.9	r1+r++ r11r1 +r++++++11r1+++1 111++1+111r++rr +1++1+r++ + r +11
A Perezia lysata		45	50.6	1 r+r1 +rr +11 111+1 ++++r+1++21+ 2+11+11111+++ 1 111
Sisyrinchium junceum		43	48.3	+r + 1111 111 + 1 1 11111111 ++1 1r1 11 1111111+11r1 11
Rubus geoides		43	48.3	+ rrr111r1 1 11+11++ 1++1 ++++1+1 11++ +11+r + 12 +++
A Carex gayana var. gayana		32	36.0	r 11 + 1 + 1 r1 1 11+ 1+11r++2+ + 1 r++ r r++1
Blechnum penna-marina		33	37.1	r + 2221112311 1 ++1 1 212++11 1111 21211
Calceolaria biflora		28	31.5	r 1 r r 1+11+1r++1 + + 1 +r + r 12+1 1r +
K2 Hierochloe juncifolia		25	28.1	1111113r 1 333342232332r221
Pernettya poeppigii		30	33.7	++112 r + 1 1 r ++ + +21+r 212121322221
Char.u.Diff.arten Perezio-Festucetum				
A Perezia fonckii		11	12.4	1111r 1+ 11 1+
Phleum commutatum		2	2.2	11
Marsippospermum grandiflorum		8	9.0	1 22+ 21 + +
Discaria trinerva	S	3	3.4	22+
Poa borchersii		3	3.4	11+
Aster vahlii		2	2.2	1+
Fragaria chiloensis		1	1.1	3
K2 Baccharis magellanica		12	13.5	r1 32 r121+21 r
K2 Senecio triodon		10	11.2	r r 1+1+11 1+
Cladonia arbuscula		8	9.0	+r+rr+r+
K2 Valeriana fonckii		6	6.7	++ ++ + r
K2 Lucilia nivea		6	6.7	r ++r+r
K2 Tapeinia pumila		6	6.7	r r1+ ++
Caltha limbata		3	3.4	rr1
V,O,K Festucetea thermari				
Festuca thermarum		87	97.8	55554425211432 24555435533553455323445444333144454333 23433234322435233443143352213324355
Agrostis philippiana		53	59.6	111+ + + 1r11 +1 1 ++1+1 ++ 11+++12+ 21 +r1 +1+1++ 1 + +111 +11+1+ 1 1
Cortaderia pilosa		12	13.5	2 r + 3 3 4 3 25 21 +
Begleiter der Quinchamalio-Pernettyetea (K2)				
Senecio chionophilus		60	67.4	r + rr +1+r+r r12+ 1rr++++1r+11r 1+1 + +rrr rr+1+++11 r+ r+11 r2112 2 1r1r
Pernettya pumila		31	34.8	+2 + 1 r 2 + r+21 2 3 2 +21 2 2+ 3+ 1+2211111
Lycopodium magellanicum		27	30.3	r 2 1 r 1 11 1 + 1r r + 1 + 1 + ++11111111+
Chloraea gaudichaudii		22	24.7	r1 r rr r r + r r r r 1 rr + 1 +1 +++
Quinchamalium chilense		17	19.1	+ + 1+11r1 r 1 r 1+111+
Acaena microcephala		6	6.7	r r + + + +
Erigeron myosotis		4	4.5	r1 r +
Dicranella costata		3	3.4	+ r r
Schistochila cunninghamii		2	2.2	+ + r
Stereocaulon volcanicum		1	1.1	r
Placopsis perrugosa		1	1.1	r
Begleiter				
Poa tristigmatica		69	77.5	+122+++ 11+++++r+++1+1++1r++1++11++1r+1111++ +1+ + ++++r+11111+ +++r ++ +11+
Adesmia emarginata		67	75.3	+2211r1 312+12r2+33+22211212221222122112211+2122+12+222 21+32223243
Hypochoeris arenaria		67	75.3	rr r1+1r+++ r1r1r+1+1 1 r 1++rr r+1+11+r 1r+ ++11++1r++r+++ r+ 1r1r ++++rrr+11
Sisyrinchium aff arenarium		66	74.2	r + +11++r rr1 r r+ 1 1+++rr r r++rr +r++ +rr+ ++++r++rr+rr+ r++++r+1 +11111r+r+
Cerastium arvense		51	57.3	11+rr+ 11+++ 1+11r111+ + r1+ +1 +11+1+ +1 rr + + 1+1 + +r+111111
Pernettya pumila leucocarpa		38	42.7	1111211 ++ + 111 2 2 ++ 11 +1 + 2 +2 11 + 1111 1 21212
Polytrichadelphus magellanicus		38	42.7	r 1121++ rT 1r + 1 ++ + rr + 11 + ++ + + ++r + ++1++111
Gamochaeta spiciformis		37	41.6	r r ++11r r r r++ +r r + r+r++r rr rr rr+ + r + +++ r+
Cladonia pyxidata		35	39.3	r++ + +r r+ r r r rr r r r rrr rrr +r +r r+r++ r ++
Ranunculus peduncularis		29	32.6	+ + 1 1+21 11111+1 1 +1 1 r1 + +1+111 11
Luzula racemosa		24	27.0	1 +rr r + rr1rr T +r +r r + r r 11+ + + r
Hieracium antarcticum		24	27.0	r + +r +rrr+ + + + rr r ++ + r r r r 1 r1
Silene andicola		15	16.9	+++ + + 1 r r2 11+ 1 + +
Bartramia patens		11	12.4	++ + r1 + r ++++
Stereocaulon implexum		11	12.4	+ + ++ r +++r+ 1
Platyneurum laticostatum		10	11.2	+ 2 +r 1 + + 1 r +
Uncinia brevicaulis macloviana		8	9.0	1 r 1 r 2 +r+
Rigodium sp.		8	9.0	+ r r r +r r +
Empetrum rubrum		7	7.9	r r 1 343+
Rhacomitrium willii		7	7.9	rrrr + + +
Azorella lycopodioides		6	6.7	r 1 r +1+
Viola reichei		5	5.6	+ + + rr
Sisyrinchium patagonicum		5	5.6	11+ + +
Sticta weigelii		5	5.6	r r r r r
Elymus europaeus		4	4.5	+ +1 +
Rumex acetosella		4	4.5	+ + r 1
Zygodon pentastichus		4	4.5	r 1 + +
Lophocolea subbidentata		4	4.5	+ + + +
Dicranoloma australe		4	4.5	r ++ r
Cladonia gracilis		4	4.5	r + + 1
Senecio poeppigii		4	4.5	r+ r r
Baccharis nivalis		3	3.4	r r +
Viola volcanica		3	3.4	1 + +
Geranium aff magellanicum		3	3.4	+3 1
Senecio bipontinii		2	2.2	r r
Carex caduca var.ortegae		2	2.2	1 +
Cephalozia sp.		2	2.2	+ +
Blepharidophyllum clandestinum		2	2.2	r r
Gamochaeta depilata		2	2.2	r +
Erigeron leptopetalum		2	2.2	+ 1
Adesmia longipes		1	1.1	r
Ourisia brevifolia		1	1.1	1
Tribeles australis		1	1.1	1
Schizeilema ranunculus		1	1.1	+
Pinguicula antarctica		1	1.1	r
Luzuriaga radicans		1	1.1	1
Oxalis magellanica		1	1.1	+
Perezia variabilis		1	1.1	1
Carex banksii		1	1.1	1
Polytrichum lanceolatum		1	1.1	+
Trisetum variabile		1	1.1	+
Polystichum mohrioides		1	1.1	+
Aufnahmenummer				99999990000000000000000000011110000000000010000001000000000000010001001188988888888888888
				33222233777770050011135688811223444221222200035051033542430518401271450099079889978676778
				45674523345764162712358056913012247200687538909370648503115194618416937889090982470254234

VEGETATIONSKARTE DES VULKANS ANTILLANCA
MAPA DE LA VEGETACION DEL VOLCAN ANTILLANCA

(Nationalpark Puyehue)

Parque Nacional Puyehue - Región de los Lagos - 10a Región - CHILE
40°30' - 41°10' S , 71°50' - 72°32' W

Horst Freiberg - 1981/82



1 Vegetationsloser Schutt
Pedrera sin vegetación

Steinschuttfluren
Vegetación de pedreras
(Senecionetea bipontinii Oberd.60 em.)

Nassauvietum revolutae ass.nov.
Nassauvietum revolutae typicum subass.nov.

2 Reine Ausbildung
Variante pura

3 Reine Ausbildung, Senecio bipontinii-Fazies
Variante pura, Facies de Senecio bipontinii

4 Reine Ausbildung, Adesmia longipes-Fazies
Variante pura, Facies de Adesmia longipes

5 Reine Nassauvia-Ausbildung
Variante pura de Nassauvia

6 Nassauvia-Ausbildung mit Senecio bipontinii
Variante de Nassauvia con Senecio bipontinii

Nassauvietum revolutae luzuletosum subass.nov.

7 Leuceria papillosa-Ausbildung
Variante de Leuceria papillosa

8 Nassauvietum revolutae azorelletosum subass.nov.

Azorelletum incisae ass.nov.

9 Reine Ausbildung
Variante pura

10 Sisyrinchium arenarium-Ausbildung
Variante de Sisyrinchium arenarium

Polystichum mohrioides var. plicatum-Gesellschaft Oberd. 60

Comunidad de Polystichum mohrioides var. plicatum Oberd. 60

11 Deyeuxia erythrostachya – Ausbildung
Variante de Deyeuxia erythrostachya

12 Blechnum penna-marina-Ausbildung
Variante de Blechnum penna-marina

Südandine Zwergstrauchheiden
Matorrales enanos sudandinos (Quinchamalio-Pernettyetea class.nov.)

Dicranello-Pernettyetum ass.nov.

13 Reine Ausbildung
Variante pura

14 Lucilia nivea-Ausbildung
Variante de Lucilia nivea

15 Adesmia retusa-Ausbildung
Variante de Adesmia retusa

16 Adesmia retusa-Ausbildung mit Tapeinia
Variante de Adesmia retusa con Tapeinia

Tapeinietum pumilae ass.nov

17 Azorella lycopodioides-Fazies
Facies de Azorella lycopodioides

18 Reine Ausbildung
Variante pura

19 Danthonia-Ausbildung
Variante de Danthonia

20 Senecio chionophilus-Ausbildung
Variante de Senecio chionophilus

21 Senecio chionophilus-Ausbildung mit Gunnera
Variante de Senecio chionophilus con Gunnera

22 Senecio chionophilus-Ausbildung mit Maytenus
Variante de Senecio chionophilus con Maytenus

23 Senecio chionophilus-Ausbildung mit Tribeles
Variante de Senecio chionophilus con Tribeles

24 Reine Tribeles-Ausbildung
Variante pura de Tribeles

25 Tribeles-Ausbildung mit Gaultheria caespitosa
Variante de Tribeles con Gaultheria caespitosa

26 Reine Gaultheria caespitosa-Ausbildung
Variante pura de Gaultheria caespitosa

Erigeroni-Pernettyetum ass.nov.
Erigeroni-Pernettyetum cortaderietosum subass.nov.

27 Reine Ausbildung
Variante pura

28 Tribeles-Ausbildung
Variante de Tribeles

29 Tapeinia-Ausbildung
Variante de Tapeinia

30 Gunnera-Ausbildung mit Maytenus
Variante de Gunnera con Maytenus

Erigeroni-Pernettyetum typicum subass.nov.

31 Reine Gunnera-Ausbildung
Variante pura de Gunnera

32 Gunnera-Ausbildung mit Pernettya poeppigii
Variante de Gunnera con Pernettya poeppigii

33 Pernettya poeppigii-Ausbildung mit Azorella
Variante de Pernettya poeppigii con Azorella

34 Pernettya poeppigii-Ausbildung mit Acaena pinnatifida
Variante de Pernettya poeppigii con Acaena pinnatifida

35 Reine Embothrium coccineum-Ausbildung
Variante pura de Embothrium coccineum

36 Embothrium-Ausbildung mit Tapeinia
Variante de Embothrium con Tapeinia

Südandine Escallonia alpina-Gebüsche
Matorrales sudandinos de *Escallonia alpina*

Escallonietum alpinae ass.nov.

37 Reine Ausbildung
Variante pura

38 Senecio hieracium – Ausbildung
Variante de Senecio hieracium

39 Baccharis magellanica-Ausbildung
Variante de Baccharis magellanica

Nothofagus pumilio-Wald
Bosque de Nothofagus pumilio
(Nothofagetea pumilionis Oberd.60 em.)

Carici-Nothofagetum pumilionis ass.nov. prov.

40 Reine Ausbildung
Variante pura

41 Valeriana lapathifolia-Ausbildung
Variante de Valeriana lapathifolia

42 Carex decidua-Gesellschaft
Comunidad de Carex decidua

43 Gewässer
Lagunas

Kleinflächiger Wechsel von
Mosaico de pequeñas áreas de

44 6 mit 13
6 con 13

45 9 mit 13
9 con 13

46 10 mit 13
10 con 13

47 19 mit 13 und 18
19 mit 13 y 18

Kartographie : U.Stichnote
Cartografía