

# Alpen- und Andenflora

eine vergleichend-pflanzengeographische Studie

von † Th. Herzog, Jena

Mit 1 Abbildung

Wir sind es gewohnt, uns und unsere Umwelt als das Maß der Dinge zu betrachten und alles, was davon abweicht, als eine Ausnahme, als einen Verstoß gegen vermeintliche Gesetzmäßigkeiten, zu betrachten. So könnten wir z. B. dazu kommen, die vertikale Aufeinanderfolge von Vegetationsgürteln, wie wir sie in unseren Gebirgen finden, für allgemein gültig zu halten. Wir sind ja nur zu sehr geneigt, diese charakteristische Anordnung, bei der auf zwei warm gemäßigte und gemäßigte untere Bergwaldstufen aus vorwiegenden Laubhölzern, ein oberer, kühl gemäßigter Waldgürtel aus Nadelhölzern folgt und dieser selbst wieder von der höheren Stufe der Alpenmatten abgelöst wird, für „das“ Schema der vertikalen Vegetationsgliederung schlechthin anzusehen. Und dies um so mehr, als wir auch in der Horizontalen — von S. nach N. — und wieder in Abhängigkeit von dem gleichen Faktor „Wärme“, eine parallele Aufeinanderfolge von Vegetationsgürteln feststellen können — der Art, daß einem Aufsteigen im Gebirge um 1000 m in der Ebene etwa ein horizontaler Abstand von 1000 km entsprechen würde.

In diesem Schema spielt der Verlauf der Baum- und Waldgrenze, die wir als vom Temperaturfaktor abhängig erkennen, die wichtigste Rolle. Wir bezeichnen sie in diesem Falle als die alpine und polare Baum- oder Waldgrenze. Es gibt aber auch noch eine maritime und eine kontinentale Baumgrenze. Bei dieser letzteren ist der entscheidende Faktor die Trockenheit. Wenn nun die beiden Faktoren: Wärme und Feuchtigkeit, im gleichen Gebiet nebeneinander wirksam werden und abwechselnd in den Vordergrund rücken, so können die Vegetationsgürtel eine von unserem gewohnten Schema wesentlich verschiedene Anordnung erfahren. Z. B. kann es in Trockengebieten vorkommen, daß der Wald neben einer oberen auch eine sehr deutliche untere, durch Trockenheit gesetzte Grenze findet, und andere Unregelmäßigkeiten oder Abweichungen mehr, wie wir sie bei Betrachtung fremder Gebirge treffen können.

So muß es also ein reizvolles Problem sein, die uns aus den Alpen vertrauten Verhältnisse mit jenen in einem andern Hochgebirge der Erde unter anderen geographischen Breiten und somit verschiedenen klimatischen Bedingungen zu vergleichen. Natürlich ist eine solche Fragestellung sehr komplex, da der Charakter einer Pflanzendecke nicht nur rein klimatisch-ökologisch, sondern auch genetisch und floristisch-geographisch bedingt ist.

Zunächst muß ausdrücklich betont werden, daß Alpen und Anden zwei Gebirge ganz verschiedener Größenordnung sind und daß man deshalb die Alpen auch nicht mit den Anden schlechthin, sondern nur mit ihren verschiedenen, jeweils eigenartigen Abschnitten vergleichen kann. Denn außer der verschiedenen Länge besteht der wesentliche Unterschied zwischen diesen beiden Gebirgen im verschiedenen Richtungssinn ihres Kammverlaufes. — Während unsere Alpen und die übrigen mitteleuropäischen Hochgebirge im allgemeinen W—O ziehen, also immer in ungefähr der gleichen geographischen Breite verlaufen, streichen die Andenkämme im allgemeinen N—S und durchmessen somit alle Klimagürtel der Erde von den Tropen bis zur Subantarktis. In den Kordillern von Südamerika lassen sich folgende vier klimatisch gut umschriebene Abschnitte unterscheiden:

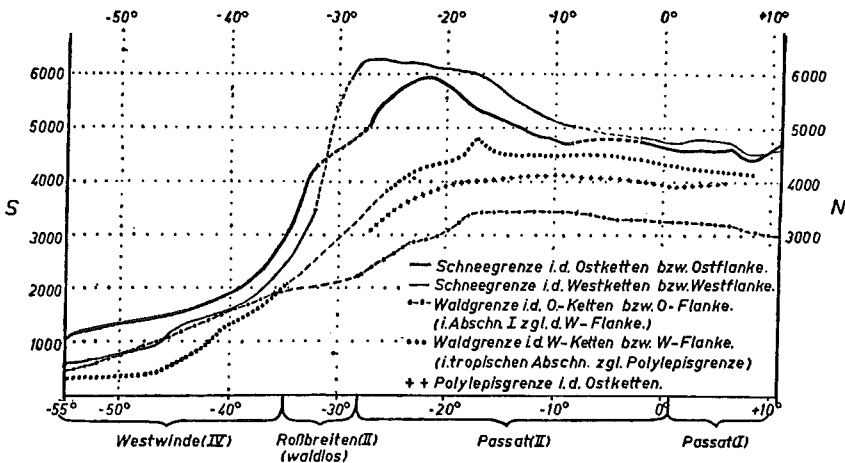
Der erste umfaßt Columbia und reicht bis Mittel-Ecuador. Dieser Abschnitt ist charakteristisch durch seine vollkommene Symmetrie. Die beiden Ketten der Ost- und Westkordillere, die zwischen sich ein Hochland mit mehreren Längstälern umschließen, sind an ihren Außenflanken von der Basis bis zur örtlichen Baumgrenze mit zusammenhängendem Regenwald bedeckt. Die Kammhöhen und Plateaus über der Waldgrenze, die hier im Durchschnitt bei 3200 m liegt, tragen die als Paramos bezeichnete mesophytisch und meso- bis mikrotherm geartete Gras- und Niederbuschvegetation,

aus der sich bis zur Schneegrenze — hier durchschnittlich um 4500 m gelegen — noch eine subnivale Krautflur abscheidet. — Die tieferen Lagen der Längstäler im Binnenraum enthalten Trockenwälder und Dorn- oder Sukkulantensteppe.

Der zweite Abschnitt — von Mittelecuador durch Peru bis Südbolivien und Nordchile — ist klimatisch unsymmetrisch aufgebaut. Die westliche Außenflanke ist ausgesprochen — von N. nach S. zunehmend — steppen- bis wüstenartig trocken. Die Ostflanke — von Ecuador bis ca. 18° s. Br. in Bolivia — wird vom Fuß bis zu der in rund 3400 m liegenden Baumgrenze von üppigen Regenwäldern bekleidet, die dann südwärts allmählich in sommergrüne Wälder von subtropischem Charakter übergehen. Die Hochlagen sind ausgesprochen trocken und durch steppen- bis wüstenartige Vegetation ausgezeichnet. Diese Lagen werden als Puna bezeichnet. Eine mikrotherme und mesophytische Grasflur entwickelt sich nur im Anschluß an die Waldgrenze der östlichen Ketten und besetzt einen in seiner Höhenausdehnung beträchtlich breiteren Streifen als in den Alpen. Der Abstand zwischen Wald- und Schneegrenze, die hier bei rund 5200 m liegt, beträgt ungefähr 1800 m, während er in den Alpen nirgends 1000 m übersteigen dürfte. Für die räumliche Ausdehnung der Puna von großer Bedeutung ist der Umstand, daß gerade in diesen Höhenlagen sich die breitesten Hochländer ausdehnen, die somit alle dem Bereich der Puna angehören. Die Schneegrenze läßt übrigens gerade in diesem Gebiet ein sehr starkes Ansteigen von N nach S erkennen. Während sie in Nord-Peru noch um 5000 m liegen dürfte, verläuft sie von Süd-Peru über Mittelbolivien in etwa 5200 m Höhe, um in Südbolivien und Nord-Chile rasch bis auf 6000 m hinaufzuklettern. Dieses Ansteigen vom Äquator südwärts hängt mit der zunehmenden Trockenheit zusammen.

Auf diesen unsymmetrischen zweiten Abschnitt folgt im äußersten Süden Boliviens und in Nord-Argentinien (mit Beteiligung des chilenischen Küstenlandes) als Abschnitt drei wieder ein symmetrisches Glied in der Kette, insofern als hier das trockene Klimaregime in gleicher Weise sich quer über das ganze Gebirge — von der Küste des Pazifik bis in die argentinische Pampa erstreckt. Hier ist die üppigste Ausbildung der Vegetation das Trockengehölz, das sich aber auf geschützte Mulden beschränkt. Weit überwiegend herrscht die Dorn- und Sukkulantensteppe, auf große Strecken hin bis zur völligen Wüste aufgelockert (das ist die Wüste Atakama). Im chilenischen Küstenstrich wird das Klima nach Süden hin allmählich feuchter und bedeckt sich mit regen grünen Trockengehölzen, die allerdings noch stark von der Dorn- und Sukkulantensteppe durchsetzt werden. Sie bilden die Übergangsvegetation zu den laubwerfenden und immergrünen Wäldern, die nunmehr im vierten Abschnitt die Westseite des Gebirges bekleiden. Es herrschen hier also genau die umgekehrten Verhältnisse wie in Abschnitt 2, der unter dem Einfluß der Passatwinde an seiner Ostflanke bewaldet ist, während hier — im Bereich der Westwinde — die pazifische Seite des Gebirges von Wald bedeckt ist. Die Ostflanke ist steppenartig trocken, die Hochregionen sind oft weithin öd und leer, eine Grasflur gibt es hier erst ziemlich weit im Süden und sie wird unter dem Einfluß der rasch absinkenden Schneegrenze immer mehr eingeengt, so daß schon beim Vulkan von Osorno die Wald- und die Schneegrenze sich auf wenige 100 m nähern. Im südlichen Patagonien und Feuerland beträgt ihr Abstand oft noch weniger. Von diesem Schema erleiden manche Teile der patagonischen Kordilleren Abweichungen infolge der starken Querdurchtalung des Gebirges, die den feuchten Winden und mit ihnen dem Wald, Durchlaß auf die Ostseite der Kordilleren gewähren.

Schnee- u. Baum- (Wald)Grenzen in den Anden von Südamerika



Überblicken wir die hier kurz skizzierten Verhältnisse noch einmal, so stellen wir, von Nord nach Süd wandernd —, eine Folge von vier abwechselnd symmetrischen und unsymmetrischen Abschnitten fest, von denen nur der erste — im Norden — in seinem Aufbau den Alpen vergleichbar ist. Hier wie dort steigt der Wald an den Außenflanken des Gebirges (in den Alpen am N- und S-Rand — in den Anden am O- und W-Hang) empor. Die inneren Gebirgsräume sind verhältnismäßig trocken, teilweise in den Talfurchen fast kontinental — man könnte z. B. das Tal des Cauca in Columbien oder die Längsmulden von Quito oder Ambato in Ecuador mit dem Inntal oder Rhonetal vergleichen. — Der Krummholzgürtel der Alpen gestattet eine, wenn auch bedingte, Vergleichung mit den Gestrüchparamos Kolumbiens. In den andern Abschnitten können nur kleinere Teile, dann aber oft mit noch größerer Übereinstimmung mit den Verhältnissen in den Alpen verglichen werden. So sind z. B. in den östlichen Gletscherketten Perus und Boliviens zuweilen Alpenmatten von einer Pracht und Blumenfülle zu finden, die in ihren ökologischen Bedingungen sich unmittelbar an die Seite der Alpenmatten unserer europäischen Gebirge stellen lassen. Ebenso begegnen wir in den mittel- und südchilenischen Anden Gebirgsmatten, die sich teilweise mit den Gras- und Krautfluren der Alpen vergleichen lassen. Trotz solcher in der Anordnung und ihrem ökologischen Charakter vorhandenen Ähnlichkeiten sind jedoch die Unterschiede so groß, daß sie nirgends übersehen werden können. Wenn wir also einen Vergleich zwischen Alpen und Anden ziehen wollen, so müssen wir uns immer darüber klar bleiben, daß die beiden nur sehr bedingt und überhaupt nie als Ganzes verglichen werden können.

Am besten könnte man die Frage so formulieren: Wo sind Ähnlichkeiten vorhanden? und welches sind die auffallendsten Unterschiede? Wenn wir zunächst von den Ähnlichkeiten sprechen wollen, so wäre ganz allgemein die Übereinstimmung in der gesetzmäßigen Aufeinanderfolge von

1. Bergwaldgürtel (mit seinen verschiedenen Stufen),
2. Zwergstrauchgürtel über der Waldgrenze,
3. Alpine bzw. andine Grasflur,
4. Subnivale Chamaephytenflur,
5. Nivalstufe

hervorzuheben. Diese Reihenfolge kennt nur eine — allerdings sehr merkwürdige — Ausnahme, von der später die Rede sein wird.

Eine auffallende Ähnlichkeit liegt auch darin, daß sehr häufig in beiden Gebirgen die Waldgrenze sich an bestimmte Geländeformen knüpft, z. B. sehr oft die Steilhänge der Talschaften bis an den Rand der Plateaus und der flachen Hängetalböden bekleidet, aber sich auf diesen selbst kaum je ausbreitet. Solche weit horizontal sich erstreckenden Gebirgswälder, wie etwa im jugoslawischen Nationalpark an der Komna, sind hier wie dort Seltenheiten. So bildet der geschlossene Bergwald — sowohl in den Alpen wie in den Anden — vorzugsweise das Pflanzenkleid der Schluchten und Talhänge und oft begegnet man — hier wie dort — übersteilten Böschungen, die nur dem Wurzelwerk der Bäume oder Sträucher ihren Halt verdanken. Je dichter dieser Filz, desto steiler die Einschnitte. Beispiele dafür werden aus vielen Tropengebirgen (Neuguinea, Sumatra, Himalaja) berichtet. In beiden Gebirgen drückt sich auch die mit der Entfernung vom Gebirgsrand zunehmende Kontinentalität, besonders in der Vegetation der Talfurchen aus. Nur sind die Gegensätze zwischen Außen- und Innenraum in den Anden schärfer ausgeprägt. Werden sie doch in den Alpen überall schon durch das Auftreten von Schattenhängen mit feuchterem Charakter auch in den Trockentälern wesentlich gemildert, während bei dem höheren Sonnenstand der Tropen die Unterschiede zwischen den beiden Talseiten nicht so hervortreten. So gibt es trotz Kontinentalität in den trockenen Alpenlängstälern — wie Inntal und Vintschgau — doch noch mesophile Gehölze mit Buche und Eiche, die dem Wald der Außenhänge des Gebirges entsprechen. Solches ist in den tropischen Anden nicht zu finden. — Hier herrscht in den Innenräumen der Dornwald —, am Außenhang dagegen der immergrüne Regenwald.

Übereinstimmend ist auch in vielen Zügen Physiognomie, Ökologie und sogar manches Floristische im mikrothermen Gürtel der Grasfluren. Manche verwandte Züge haben auch die ähnlichen Schicksale der beidseitigen Eiszeiten durch Verschiebung von Florengrenzen mit sich gebracht.

Übereinstimmend ist ferner die starke Beteiligung der Ericaceen an der Zusammensetzung des subalpinen Zwergstrauchgürtels. Die Rolle, die bei uns die Alpenrosen, die verschiedenen Vaccinien, die Bärentraube, die Schneeheide, *Calluna* und Zwergazalee spielen, übernehmen drüben andere, durchaus entsprechende Zwergsträucher der gleichen (Ericaceen)-Verwandtschaft, allerdings in den vier Abschnitten stark variiert. Daß dieser Zwergstrauchgürtel in Abschnitt drei fehlt, hängt mit dem Aussetzen des Waldes überhaupt zusammen. Dafür stellen sich aber in den ökologisch begünstigteren Räumen dieses Gebietes andre, physiognomisch ähnliche Gewächse mit erikoïdem Blattwerk ein, so Arten von *Fabiana* und *Verbena*. Doch gehören diese einem ganz andern floristischen Element an, während — trotz Artverschiedenheit! — in den drei übrigen Abschnitten Verwandtschaft wenigstens bis zu Gattungsübereinstimmung besteht, z. B.: *Pernettya*, *Gaultheria*, *Gaylussacia*

und *Vaccinium* — und die hochtropischen Abschnitte sich durch einige sehr großblättrige Vaccinien, wie *Cavendishia* und *Thibaudia* auszeichnen. Bekannt ist auch das vikariierende Auftreten der Gattung *Bejaria* (der sogenannten Andenrose) von Bolivia bis Venezuela anstelle unserer Alpenrose.

So sehr nun derartige Ähnlichkeiten überraschen, so ist doch selbst in diesem Gürtel genug des Trennenden zu finden. Wieviel mehr in den Bergwäldern, die ja im warmen Tropenland fußen und von dort ihre Besiedlung erhalten haben! Hier macht sich hauptsächlich jene Eigenschaft geltend, die alle Gehölztypen der niederen Breiten beherrscht, nämlich die reiche Mischung der Arten.

Wir kennen die Tatsache, daß unsre Wälder immer nur aus einigen wenigen Baumarten zusammengesetzt sind, als etwas, das uns wie selbstverständlich erscheint. Und wenn wir so beispielsweise vom Buchen-Weißtannenwald oder vom Traubeneichen-Kiefernwald der Sonnenhänge des gleichen Gürtels oder vom Fichtenwald oder Lärchen- und Zirbengürtel unsrer Berge sprechen, so ist in dieser kurzen Bezeichnung schon fast der ganze Inhalt genannt und wird jedenfalls in den meisten Fällen mit einem kleinen Zusatz ausreichend ergänzt.

Ganz anders ist es mit dem Bergwald der Subtropen und Tropen! Auch da sind wir natürlich bemüht, durch Hervorheben einiger besonders charakteristischer Typen die aufeinanderfolgenden Gürtel oder Höhenstufen zu bezeichnen. Aber das ist hier sehr viel schwieriger, weil die Zahl der hier vereinigten Holzarten immer sehr groß ist und niemals eine einzige so dominiert, daß man danach den Gürtel ausreichend bezeichnen könnte. Jene ganz rohe Gliederung in Laubwald- und Nadelwaldgürtel, die zur ersten Orientierung trotz ihrer Unvollständigkeit in den Alpen meist ausreicht, ist in den Anden schon aus dem Grunde nicht möglich, weil es Nadelhölzer in den Abschnitten 1 bis 3 so gut wie nicht, wenigstens nicht in Bestand bildenden Mengen gibt. Die Ziehung von Grenzen ist hier also nicht so einfach. Eher noch brauchbar ist das Kriterium des Vorkommens hochstämmiger Palmen für den untersten Bergwaldgürtel und von Baumfarnen für die oberen Stufen. Beide aber treten nicht so tonangebend hervor, daß sie physiognomisch das Bild der einzelnen Gürtel entscheidend tönten.

Auch gibt es merkwürdige Durchbrechungen dieser scheinbar gesetzmäßigen Verteilung, indem an manchen Stellen die Baumfarne tief heruntersteigen, an anderen hochwüchsigen Palmen lokal in außergewöhnlichen Meereshöhen auftreten. Als Beispiel für letzteres Verhalten erwähne ich die hochschäftigen *Ceroxylon*-Palmen Ecuadors und Columbiens, die überhaupt erst in Höhen zwischen 2000 und 3000 m ihr Entfaltungsmaximum finden, also in einer Stufe, der in andern Abschnitten der Anden längst jeder Palmenwuchs fehlt. Man wird also am besten die ganze Masse des tropischen und subtropischen Laubwaldes von Abschnitt 1 und 2 einfach als Gebirgsregenwald, in den Übergangslagen zwischen 2 und 3, wo der Wald am Ostrand der Anden auszuklingen beginnt, als sommergrünen Laubwald bezeichnen. Aber auch in diesem letzteren Abschnitt, der ökologisch unseren Laubwäldern noch am nächsten kommt, herrscht eine ungeheuer viel größere Mannigfaltigkeit der Arten; ferner gibt es viele holzige Lianen und mehr Epiphyten als irgendwo in den Alpen. Selbst die Kahlheit, während der Vegetationsruhe der Trockenzeit, ist nicht so vollkommen wie bei uns, sondern durch immergrünes Unterholz an vielen Stellen gemildert.

In Abschnitt 4, wo zwar Koniferen in größerer Menge vorkommen, ist ihr Auftreten — mit einer einzigen Ausnahme geringer Ausdehnung — nicht mit der Bildung besonderer Gürtel, etwa im Sinn einer Nadelwaldstufe — verbunden, sondern sie fügen sich, mehr von der Bodenbeschaffenheit abhängig und regional bedingt, zwischen den Laubwald der Südbuchen. Die wichtigsten Nadelhölzer dieses südlichen Waldlandes, das im wesentlichen die Westflanke der Kordilleren bedeckt, sind *Fitzroya* und zwei *Libocedrus*-Arten, die erstere besonders auf sumpfigem Boden, dazu ein paar *Podocarpus* und die monotypische Gattung *Saxegothea*. Die erwähnte Ausnahme, wo tatsächlich stellenweise ein Nadelholzgürtel die oberste Stufe des Bergwaldes einnimmt, beschränkt sich auf *Araucaria imbricata*, die man etwa in der Art ihres Auftretens und der oft bizarren Erscheinung ihrer Riesenbäume mit dem Zirben- oder Arvengürtel unsrer Alpenländer vergleichen könnte. — Hier wie dort schieben sich oft abenteuerlich riesige Einzelständer über die Waldgrenze in die eigentliche alpine Krautmatte vor.

Kehren wir nach diesem Gang längs der Anden von N nach S in das Kernstück des Gebirges, die tropischen Anden zurück und vergegenwärtigen uns nochmals, daß der auffallendste Gegensatz gegenüber den Alpenwäldern —, wenn wir vom Floristischen und vielem andern absehen —, in dem völligen Fehlen des Nadelwaldgürtels liegt! Dies ist nicht etwa kausal durch die tropische und subtropische Lage bedingt. Denn an den subtropisch-tropischen Regenwald des Nepal- und Sikkim-Himalaya schließt sich als oberster Bergwaldgürtel der Nadelwald aus verschiedenen Tannen, Fichten und Himalayazedern an, was dort — mit den bis an die Waldgrenze vordringenden Birken zusammen — ein sehr viel „alpineres“ Vegetationsbild ergibt. — In den Anden wird man vergebens solche Bilder suchen —, auch dort, wo Nadelhölzer vorkommen.

An Stelle des Nadelwaldes unserer nördlichen Breiten begegnen wir also in den Anden dem Nebelwald, in den der Gebirgs-Regenwald ganz ohne scharfe Grenze allmählich übergeht. Den

Nebelwald können wir physiognomisch und ökologisch definieren als ein dichtes, immergrünes Gehölz lorbeerblättriger und oft mikrophyller Bäume von niederem, gedrungenem Wuchs, deren Äste von außergewöhnlich zahlreichen Epiphyten bedeckt sind. Farne, und namentlich ganze Filze und Schnurvorhänge von Moosen, Bromeliaceen, Orchideen und Peperomien füllen fast alle Lücken im Gezweig. — Der Boden ist ebenso mit einem tiefen Moosteppich voll Farnen, Bärlappen und anderen Kräutern bedeckt. In manchen Baumkrüppelbeständen, wie sie bei uns an unzugänglichen Steilhängen um die Waldgrenze zu undurchdringlichen Dickichten verfilzen, finden wir in der Masse von Moosen und Farnen gewisse Anklänge an diesen den Tropengebirgen eigenen Waldtyp. Seine klimatischen Bedingungen bestehen in größter, ziemlich gleichmäßig übers Jahr verteilten Feuchtigkeit mit täglicher Nebelbildung, gemäßigten Temperaturen, aber mangelnder Schneebedeckung. Selbst bei Temperaturstürzen auf der Höhe, die über 3500 m zu reichlichen Schneefällen führen können, reicht die zusammenhängende Schneedecke nie bis in den Wald hinab —, wenn auch ein leichtes Anschneien in den Wintermonaten zuweilen zu beobachten ist. Das Bild eines Winterwaldes fehlt also in den Anden bis weit nach Chile hinunter vollständig.

Wenn wir den Verlauf der Waldgrenze nach ihrer Höhenlage durch die Anden verfolgen, so dürfte sie sich etwa mit der unteren Grenze größerer Schneefälle decken. Soweit sich in den kältesten Monaten der Schnee auszubreiten vermag, ohne aber eine jahreszeitliche Schneedecke zu liefern, reicht die andine Grasflur, die im Ericaceengürtel an den Bergwald grenzt und in der man auch den ganzen Winter hindurch blühende Pflanzen findet. Geringe Frostgrade und Reifbildung werden gelegentlich auch noch in den Randgehölzen des Nebelwaldes beobachtet, aber Schneeauflage würde weder von den Epiphyten noch von den belaubten Bäumen ertragen.

Es gibt aber auch in den tropischen Anden Gehölze, die eine gelegentliche Verschneigung sehr wohl aushalten. — Sie sind aber ganz anderer Herkunft und können nicht als Glied des subandinen Regenwaldes betrachtet werden. Es sind die Queñuagehölze, vorwiegend aus Arten der Rosaceengattung *Polylepsis* gebildet, die wir von Kolumbien bis N.Argentinien allenthalben in lichten, nur selten zu Wäldern sich schließenden Beständen in Höhen von 3500 bis 4900 m antreffen und räumlich oft weit getrennt von dem zusammenhängenden subandinen Regenwaldgürtel. Wo sie sich mit diesem verbinden, kann ihre Begegnung nur so verstanden werden, daß sie aus der Höhe herabsteigend sich mit den letzten aufsteigenden Bestandteilen des subandinen Nebelwaldes begegnen und sich mit ihnen mischen. Genetisch sind sie als rein andine Schöpfung zu betrachten, während der subandine Regenwald sich als ein Glied der neotropischen Flora erweist. Man könnte die *Polylepsis*-Gehölze auch — wenigstens von N.Argentinien bis Ecuador — als den Nebelwaldgürtel der interandinen Trockengehölze ansehen, da sie stellenweise am oberen Saum der sommergrünen Gebirgswälder und über den Dornbuschassoziationen auftreten. Aber meist ist ihr Areal von dem der Trockenwälder durch einen gehölzlosen Gürtel mit Sukkulenteu und Dornsträuchern oder weite hochsteppenartige Räume getrennt.

Von N.Argentinien bis N-Peru finden wir sie fleckenweise der Puna, also der mikrothermen Hochsteppe, in N-Ecuador und Kolumbien aber dem Páramo, einer feuchten Strauchsteppe, eingestreut. In manchen höheren Ketten, wie z. B. der Cordillera Blanca in Peru, bilden sie charakteristische Waldgürtel über den heißen, waldlosen, kaktetenreichen Schluchttälern, besitzen also eine obere und eine untere Grenze.

Den Verlauf der Waldgrenze in den Anden und ihren jeweiligen Abstand von der zugehörigen Schneegrenze zeigt das nebenstehende Diagramm. Seit seiner Konstruktion sind neue Tatsachen bekannt geworden, die die Höhenlage der Queñuagehölze in der peruanischen Cordillera Blanca betreffen, die indessen keine grundsätzlichen Veränderungen ergeben. Das für die Meisten wohl Auffallendste an dem Kurvenverlauf ist die Tatsache, daß das Maximum der Wald- und Schneegrenze nicht unter dem Äquator, sondern erst weit südlich davon liegt. Dies hängt mit der nach S hin zunehmenden Trockenheit zusammen und paßt sehr gut zu der von BROCKMANN-JEROSCH erstmalig betonten Gesetzmäßigkeit im Verlauf dieser beiden wichtigen biologischen Linien. Sie läßt sich schon aus den Verhältnissen in den Alpen ablesen, wo wir durchwegs in den kontinentalen Innenketten sowohl die höheren Baum- wie Schneegrenzen haben. Ihre Allgemeingültigkeit ergibt sich natürlich erst aus einer Zusammenschau aller Hochgebirge der Erde.

Mit dem Verlauf dieser beiden Linien ist aber noch ein Drittes festgelegt, nämlich die vertikale Ausdehnung des waldfreien, sagen wir „alpinen“ Gürtels. Während dieser nun in den Alpen infolge sehr ähnlicher klimatischer Faktoren überall recht übereinstimmend als Hochgebirgsmatte ausgebildet ist und sich auch in den andern Gebirgen Europas ökologisch und physiognomisch nicht wesentlich unterscheidet, gibt es in den Anden in diesem Hochgebirgsraum sehr verschiedene Vegetationstypen, von denen gerade die alpine Matte räumlich am wenigsten ausgedehnt ist. Am meisten entsprechen ihr in den Anden die den Paramos eingestreuten Grasfluren, besonders dort, wo, wie in der Ostkordillere von Peru bis S-Bolivien, der strauchige Bestandteil des Páramos immer mehr zurücktritt und dafür die Grasflur sich stärker und reiner entfaltet. Gerade hier, in der Ostkordillere

Bolivians, habe ich Alpenmatten gesehen, die sogar in ihrem floristischen Spektrum sich weitgehend mit den Alpen vergleichen lassen.

Es würde in diesem Rahmen viel zu weit führen, auf die vielerlei Varianten dieser Alpenmatten einzugehen, wie sie sich mit der allmählichen Verschiebung des Klimas nach dem kontinentalen Typ hin ergeben. Wir finden hier alle Übergänge zu der Hochsteppe, Polster-, Sukkulenten-, Zwergstrauchsteppe bis hin zur Hochgebirgswüste. Die eigentlichen Alpenmatten bilden nur einen schmalen Streifen, der die subandine Waldgrenze begleitet und nur dort, wo gerade die Höhenlage der Kämme in diesem Bereich verläuft, sich weiter ausdehnt. Aber auch dort, wo die andinen und alpinen Matten einander am ähnlichsten sind, fällt doch ein Unterschied sofort in die Augen. Es wird keinem Botaniker entgangen sein, daß in den Alpen fast überall auch die Matte in der Bewirtschaftung durch den Menschen sich mehr oder weniger stark verändert — also ihre Ursprünglichkeit verloren — hat. Beweidung, Heumahd und Düngung haben ihr Gefüge fast überall stark beeinflußt. Zwar sind ihre Bestandteile noch die gleichen wie ehemals, aber die quantitativen Verhältnisse sind irgendwie verschoben, sowohl relativ wie auch absolut. Das letztere ist der Fall in jenen blumenreichen Fettwiesen der Hochtäler, die den Stolz und Reichtum des Äplers bilden, deren Üppigkeit aber ohne Zutun des Menschen undenkbar wäre. Solches fehlt den überaus dünn besiedelten Anden so gut wie vollkommen. Trotzdem können auch diese Matten stellenweise zu großer Üppigkeit gelangen. — So erinnere ich mich besonders der Alpenwiesen um die Inkakultstätte bei Samaipata, die auf einem hohen Plateau über den Waldschluchten der Ostkordillere ein einziges Gewoge hochhalmiger blühender Gräser mit schön blühenden Kräutern, darunter auch prächtigen Orchideen, waren. Überraschend kam mir hier die Begegnung mit einer ganzen Anzahl nördlich anmutender, in den Alpen weit verbreiteter Gattungen. Ich fand unter den blühenden Kräutern vertreten: *Anemone*, *Ranunculus*, *Trifolium*, *Astragalus*, *Geranium*, *Stellaria*, *Rhynchospora*, *Gentiana* und *Thalictrum*, natürlich in andern Arten als bei uns. Aber schon die Gattungsübereinstimmung war auffallend genug. In der Überzahl waren natürlich die fremden Gewächse.

Wenn ich von diesem Einzelfall ausgehend zu einer Allgemeincharakterisierung der andinen Alpenmatte übergehe, so möchte ich das auffallendste Merkmal in der Mischung genetisch verschiedenartiger Typen erblicken. Ich übersehe dabei nicht, daß wir auch in den Alpen eine ganze Anzahl verschiedener genetischer Elemente antreffen, z. B. das arktische, — das altaisch-sibirische, das mediterrane usw., aber diese gehören doch alle dem gleichen holarktischen Reich an. In den Anden aber mischen sich Gebirgsderivate eines pantropischen oder neotropischen Elementes mit holarktischen und subantarktischen Typen, also gänzlich heterogener Herkunft, und in dieser Tatsache gibt sich die ungeheure Bedeutung der N.-S. verlaufenden Andenkette als eines Wanderungsweges ersten Ranges zu erkennen. Über diese hohe Brücke gelangen aus dem hohen Norden viele Florenelemente weit nach Süden. Ich nenne nur *Empetrum*, *Caltha*, *Pinguicula*, *Primula farinosa* als hervorstechendste Beispiele, die bis an die Südspitze Südamerikas vordringen. Als Vertreter des subantarktischen Elementes, das also umgekehrt weit nordwärts wandert, wäre *Gunnera*, *Azorella*, *Colobanthus*, *Gaimardia*, *Acaena* unter den hochandinen Mattenpflanzen, *Podocarpus* unter den Gehölzen zu nennen. Dazu kommen noch eine ganze Anzahl echt andiner Gattungen, die z. T. ebenso stenotope Gattungsendemismen darstellen, wie wir deren auch einige wenige aus den Alpen kennen: z. B. *Zahlbrucknera*.

Im Vegetationsbild aber noch auffallender und fremdartiger muten diejenigen Gewächse an, die scheinbar losgelöst aus ihrer natürlichen Lebensgemeinschaft, eingestreut in die andine Hochmatte auftauchen. Es scheint doch zunächst keine größere Gegensätzlichkeit zu geben, als die Lebensform der feucht-kühlen Alpenmatte und der dörrend-heißen Kaktussteppe oder Wüste. Wie seltsam muß es daher anmuten, wenn wir — kaum 1 km voneinander entfernt — hier einen quellfeucht durchrieselten Enzianrasen und daneben auf einem Felsblock feuerrot blühende Kugelkakteen oder graue Tillandsien finden, oder an anderer Stelle zwischen Alpenrosengesträuch ein hoher Säulenkaktus oder eine sukkulente, wollhaarige Riesenbromelie aufschießt! Ebenso fremdartig sind die schneeweißen, in seidige Wolle gehüllten *Opuntia*-Polster, die wie lagernde Schafe aussehen, eingebaut in eine kurzgrasige Alpenmatte und zwischen alpinen Polsterpflanzen. Das sind sehr überraschende Bilder, für die wir in den Alpen keinen Vergleich finden — höchstens entfernte Anklänge in der Verbindung der sukkulenten Semperviven mit Kräutern der alpinen Grasflur!

Verweilen wir noch etwas auf der Alpenmatte und sehen uns unter den am meisten vertretenen Gattungen um, dann überrascht die Feststellung, daß die borealen Typen überaus reich vertreten sind. Allerdings müssen wir uns vor dem Trugschluß hüten, daß etwa alle Gattungen, die in unseren Alpen vorkommen, deswegen schon dem holarktischen Florenelement angehören müßten. Es gibt auch ein weltweit verbreitetes Gebirgs-element, dessen Bildungsherd nicht mehr so genau festzustellen ist und das in den verschiedenen Teilen der Erde recht verschiedene Prägungen erhalten hat. Hierher gehört *Senecio*, *Veronica* und *Viola*. Manche rechnen sogar *Gentiana* in diese Gruppe. Aber die Diskussion dieser Frage ist sehr verwickelt und dürfte für eine endgültige Lösung noch nicht reif sein. Hier möge es genügen darauf hinzuweisen, daß gerade solche Gattungen in der Alpenmatte

der tropischen Anden eine große Rolle spielen. Und wenn hier in erster Linie eine Vergleichung und Gegenüberstellung von Alpen und Anden angestrebt wird, so sei besonders auf das Beispiel von *Gentiana* hingewiesen, das vielleicht unsre Alpenfloristen am meisten überraschen wird. Wir sind ja so gewohnt, die Enziane als typische Alpenpflanzen anzusehen, daß sie uns förmlich zu Wahrzeichen unserer Alpenflora geworden sind. Um so weniger würden wir erwarten, daß gerade die Enziane eine der artenreichsten Gattungen der Andenflora sind. Ja, ihr Artenreichtum ist hier sogar noch viel größer als in den europäischen Gebirgen. Freilich fehlen die Vertreter der bei uns häufigsten Sektion mit ihren blendend blauen Blüten, wie *G. verna*, *bavarica*, *imbricata* usw., ebenso die Gruppe der *Acaules* mit den riesigen kurzgestielten Blüten, die uns mit Recht als die Prototypen der Alpenflora gelten. Aber die Mannigfaltigkeit der gesamten Erscheinung und der Farben ist viel größer als bei uns. Besonders auffallend sind die zahlreichen scharlach- und mennigrot blühenden Arten. Dann gibt es Formen, die durch ihre trugdoldigen Blütenstände mit zahlreichen kleinen Blüten sehr an das Tausendguldenkraut erinnern, andre wieder ähneln sehr stark unseren Formen, wie *G. punctata* und *purpurea*. Sehr seltsam ist *G. pseudohycopodium* mit winzigen schuppenförmigen Blättern vom Aussehen einer *Selaginella*. Usw. usw. Meine eigene Kenntnis mit den *Gentianen* Ostboliviens allein erstreckt sich auf 25 Arten, von denen damals, als ich sie sammelte, noch 20 Arten neu waren! — Unter den bekannten befand sich *G. prostrata*, die einzige auch bei uns in den Alpen vorkommende Art, die ich seltsamerweise in der Kordillere früher als in den Alpen selbst kennen lernte. Zu *Gentiana* gesellt sich noch die *Gentianaceen*-Gattung *Halenia*, die auch in ostasiatischen und nordamerikanischen Gebirgen verbreitet ist, mit zahlreichen Arten. Schön blühende Alpenkräuter liefern noch die *Malvaceen* mit der hochandinen Gattung *Nototriche*, die *Oxalidaceen* mit *Hypseocharis*, *Astragalus*, *Solanum* und *Hypericum* und eine Menge einheimischer *Compositengattungen*. Die Gräser sind im allgemeinen auf der andinen Hochgebirgsmatte eine Spur xerophytischer gebaut. Der Rasen von *Aciachne* erinnert etwas an unsere Nardeten. Auffallend ist das vollständige Fehlen von spalierbildenden Kriechweiden, die doch zum eisernen Bestand aller Hochalpenassoziationen gehören. An ihrer Stelle treffen wir wuchsähnliche *Compositen*, namentlich der Gattung *Baccharis*, die *Polygonacee Mühlenbeckia* und den Kriechstrauch *Escallonia ascendens*. Die schmerzlichst vermißte Pflanzenform in den Anden ist der Steinbrech. Es gibt davon nur eine einzige Art!

Als weiteren Beitrag zu der schon erwähnten Mischung von inkongruenten Florenbestandteilen erwähne ich noch das Auftauchen von subandinen Typen im Schutz von Felsblöcken und Geländemulden fast bis zur Schneegrenze hinan, so z. B. die *Amaryllidaceengattungen* *Bomarea* und *Collania* mit großen buntgefärbten Blütenglocken, Zwergsträucher der *Melastomaceengattung* *Brachyotum* mit scharlachrotem Kelch und violetten Blumenkronen und großblumige feuerrote *Loasaceen*, die in Bolivien als Brennesseln bezeichnet werden.

Eine weit größere Ausdehnung als die Alpenmatten erreichen nun jene Hochgebirgsflächen, auf denen die Steppe, Felsheide oder Halbwüste herrscht. Hier sind die schon genannten Bezeichnungen *Puna* und *Páramo* daheim. — Als landläufige Namen sind sie natürlich nicht an bestimmte Vegetationsformen geknüpft, sondern umschreiben mehr landschaftlich und klimatisch einheitliche Gebiete, in denen der Botaniker natürlich noch eine weitere Gliederung vornehmen muß. Die *Puna* ist trocken-kalt, der *Páramo* feucht-kalt. In der *Puna* herrscht die Grassteppe, aufgelockert bis zur Halbwüste und Wüste, durchsetzt mit Zwergdornsträuchern, Sukkulenten, Halophyten und Polsterpflanzen. Im *Páramo* herrscht der Zwergstrauch vorwiegend von heide- bis machienähnlichem Habitus, also oft mit lorbeerähnlichem Laub, vermischt mit Grasformationen und häufigen Vermoorungen, in denen weniger als bei uns Torfmoose eine Rolle spielen. Die Torfbildung ist in den Hochanden ganz allgemein fast ausschließlich an die polsterbildende *Cyperacee Distichia* gebunden, die vom Einheimischen als „Champa“ bezeichnet wird. Während in der *Puna* die großen steinharten Halbkugelpolster der Azorellen sich mit Säulen- und Kugelkakteen vereinigen, kennt nur der *Páramo* jene merkwürdigen zwerg-schopfbbaumähnlichen *Compositen*-bestände von Arten der Gattung *Espeletia*, die fast eine genaue Copie der Riesen-*Senecionen* an den Vulkanbergen Zentralafrikas darstellen. Die Tolaheide, eine dunkelgrüne, höchstens 1 m hohe Gesträuchformation der *Puna* aus *Lepidophyllum quadrangulare*, die in einem schmalen Streifen von Peru diagonal über das bolivische Hochland hinweg bis an den Ostabfall des Gebirges hinzieht, nimmt wohl eine vermittelnde Stellung zwischen *Puna* und *Páramo* ein.

Zum Schluß sei nur noch der seltsamsten Schöpfung der Hochanden gedacht —, jener Riesenbromelie *Pourretia gigantea*, die in Höhen zwischen 3800 und 4100 m an wenigen Stellen der peruianischen und bolivischen Kordilleren in zuweilen ausgedehnten Beständen auftritt und durch ihre riesenhafte Gestalt im fremdartigsten Gegensatz zu ihrer fast vegetationslosen oder nur von Zwergpflanzen besiedelten Umgebung steht. Gerade solche abenteuerliche Gewächse beweisen am besten den Phantasie-reichtum der Natur, die sich bei der Ausgestaltung ihrer Räume nicht an die von uns normal empfundenen Vorbilder hält, sondern mit souveräner Eigenherrlichkeit Gestalten schafft, die allen Gesetzen Hohn zu sprechen scheinen.