Vom Orinoco zu den Anden

(HUMBOLDT-Gedächtnis-Expedition 1958)[1]

Von

KARL MÄGDEFRAU, München

(Mit 4 Abbildungen und 2 Tafeln)

Inhaltsverzeichnis

Einleitung
I. Flussfahrt Orinoco–Casiquiare–Rio Negro 51
II. Die Vegetation im Bereich der Weisswasserflüsse 55
III. Die Vegetation im Bereich der Schwarzwasserflüsse 59
IV. Guayana-Bergland 59
V. Der Nebelwald von Rancho Grande 62
VI. Mangrove, Dünen, Felsküste 64
VII. Die Kakteensteppe 66
VIII. Die Páramos in den Anden von Mérida 67
Literatur 70

Einleitung

Um das Andenken an ALEXANDER VON HUMBOLDT, dessen Todestag sich 1959 zum hundertsten Male jährte, durch die Tat zu ehren, wurde die «HUMBOLDT-Gedächtnis-Expedition» geplant, welche die grosse Flussreise HUMBOLDT's auf dem oberen Orinoco, Casiquiare und Rio Negro (April bis Mai 1800) wiederholen sollte. Diese Expedition wurde nun vom 5. Januar bis 16. Februar 1958 unter Leitung von Dr. VOLKMAR VARESCHI, Professor der Botanik an der Universität Caracas, durchgeführt. Der Verfasser nahm als weiterer Botaniker an der Expedition teil und setzte seine besonders der Moos- und Flechtenvegetation gewidmeten Studien in den an die Expedition anschliessenden Wochen, zum Teil zusammen mit Prof. VARESCHI, in anderen Teilen des Landes fort, vor allem im Gebiet südlich von Caracas, an verschiedenen Stellen der Küste, im Nebelwald von Rancho Grande, im Flussgebiet des Caroní, in der Kakteensteppe und in den Páramos der Anden von Mérida (vgl. Abb. 1). Im folgenden soll die eindrucksvolle Flussfahrt Orinoco–Casiquiare–Rio Negro beschrieben und die ungemein mannigfaltige Vegetation auch der übrigen bereisten Gebiete in ihrer ökologischen Bedingtheit geschildert werden.[2]

[1] Nach einem Vortrag vor der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich.

[2] Auf die Tierwelt dieser Lebensräume wird im Folgenden nicht eingegangen. Es sei auf die Schilderungen von BEEBE, BÜRGER, LARSEN u. PELLATON, KRIEG, SACHS, SICK und SCHÄFER sowie auf die Fauna von RÖHL verwiesen.

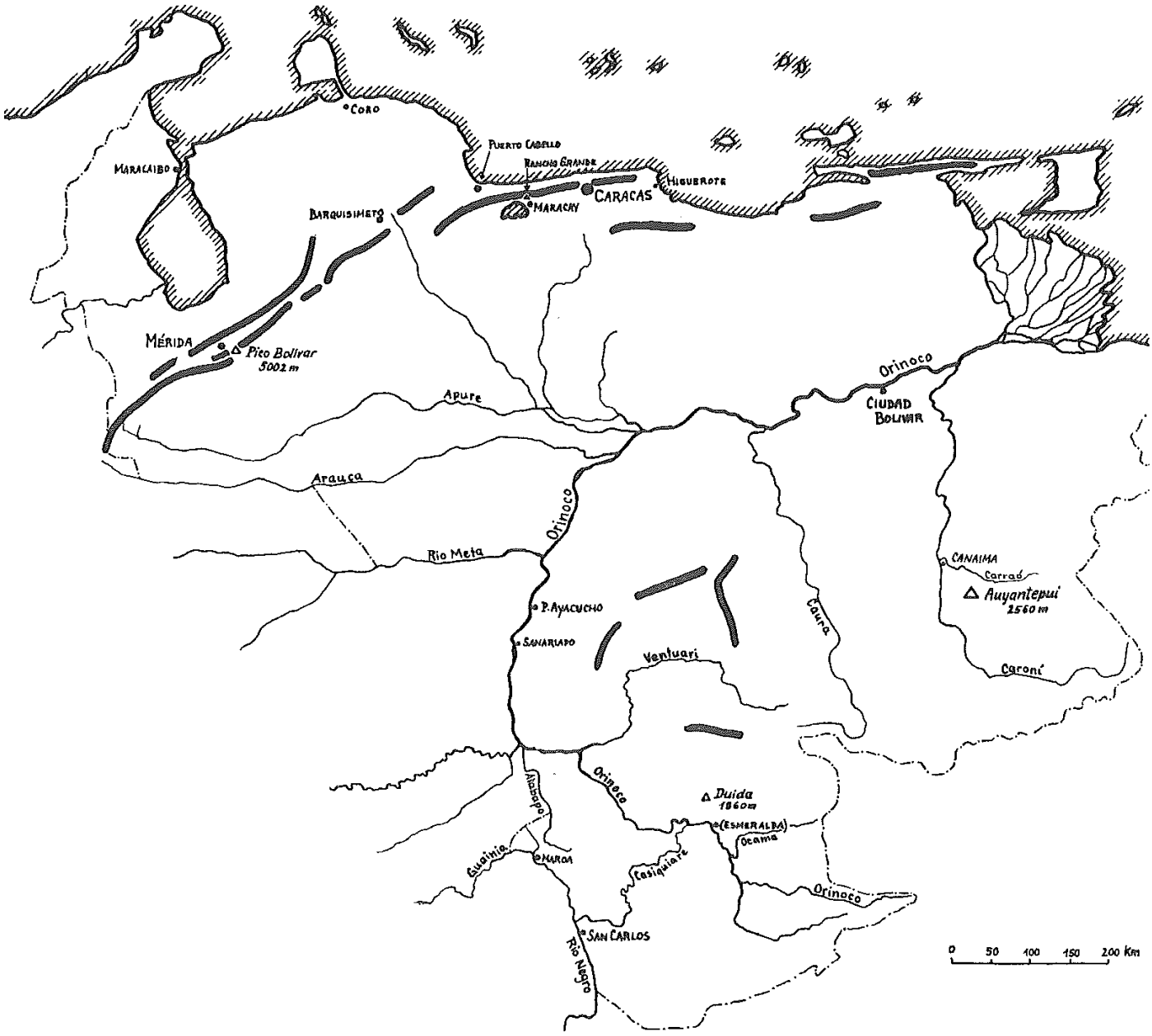


Abb. 1 Übersichtskarte von Venezuela

Auch an dieser Stelle möchte ich meinem Freunde Prof. Dr. VOLKMAR VARESCHI herzlichst danken für seine Aufforderung, an der «HUMBOLDT-Gedächtnis-Expedition» teilzunehmen, und für die unermüdliche Unterstützung, die er nebst seiner Gattin mir während meines Aufenthaltes in Venezuela zuteil werden liess. Dass ich fast alle Reisen zusammen mit ihm als einem der besten Kenner der Flora von Venezuela unternehmen konnte, war für mich von allergrösstem Vorteil. Herr Prof. Dr. T. LASSER erlaubte mir im Instituto Botanico in Caracas zu arbeiten; seine Assistenten Dr. L. ARISTEGUIETA, Dr. E. FOLDATS, Dr. Z. LUCES und E. MEDINA waren mir beim Bestimmen von Blütenpflanzen behilflich. Herr E. BLOHM (Caracas) ermöglichte mir in grosszügiger Weise den Flug in das Guayana-Bergland. Herr Dr. G. MEDINA, Direktor der Estación biológica Rancho Grande, und Herr Präparator B. TERZENBACH liessen mir bei meiner Arbeit im Nebelwald jede nur mögliche Unterstützung zuteil werden, ebenso Herr Prof. Dr. H. LAMPRECHT (Mérida) bei meinem Aufenthalt in den

Anden. Herr Dr. Fr. PANNIER begleitete mich auf einer Exkursion nach Puerto Ocumare. Herr L. STIGLER ermöglichte mir den Besuch der Mangrove von Higuerote. Herr Dr. W. DUPOUY (Eingeborenenkommission des Justizministeriums Caracas) gestattete das Betreten der Indianer-Gebiete. Allen Genannten bin ich zu grossem Dank verbunden. – Die Reise wurde mir in dankenswerter Weise ermöglicht durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft, die Deutsche Ibero-Amerika-Stiftung und den Deutschen Akademischen Austauschdienst.

I. Die Flussfahrt Orinoco–Casiquiare–Rio Negro

Am 5. Januar 1958 flogen wir mit der «Linea aeropostal Venezolana» von Caracas nach Puerto Ayacucho, einem erst vor einem Vierteljahrhundert gegründeten Ort am Orinoco, etwa 60 km südlich der Einmündung des Rio Meta. Zu HUMBOLDT's Zeit lag 10 km weiter südlich die Mission Atures. Mit einem Lastkraftwagen fuhren wir von Puerto Ayacucho auf der einzigen, im gesamten Mittel- und Oberlauf des Orinoco bestehenden Strasse (60 km) nach Sanariapo, dem kleinen Ausgangshafen für den oberen Orinoco. Durch diese Strasse werden die Stromschnellen zwischen den beiden Orten, die HUMBOLDT in seinen «Ansichten der Natur» (S. 122—139) geschildert hat, umgangen. In der hier beginnenden, etwa 1600 km langen Flussfahrt [3] diente uns eine «Lancha» von 12 m Länge und 1,5 m Breite mit einem Aussenbordmotor von 30 PS. Eine solche Lancha besteht aus einem Einbaum, der durch Spanten versteift und durch einen Brettsaum verbreitert bzw. erhöht ist. Auch HUMBOLDT benutzte für seine Flussreisen in Venezuela teils eine Lancha, teils einen einfachen Einbaum. Die Schiffahrt auf dem Orinoco hat sich seit HUMBOLDT's Zeiten lediglich insofern geändert, als anstelle der Ruderer der Aussenbordmotor getreten ist; die Fahrzeuge selbst sind – bedingt durch die Besonderheiten des Stromes – dieselben geblieben. Da noch MICHAEL STIGLER (Caracas) als Expeditionsassistent hinzukam, und KARL WEIDMANN (Los Teques), ein gebürtiger Schweizer, sich als Kameramann anschloss, bestand unsere Expedition aus vier Mann. Dazu kamen zwei Einheimische, ANGEL GUAIPO als «Capitano» und ANTONIO COREA als «Marinero». Der 18jährige ANGEL GUAIPO bewährte sich nicht nur in der – wegen der vielen Stromschnellen, Klippen und Sandbänke gerade zur Trockenzeit sehr schwierigen – Bootsführung aufs allerbeste, sondern war uns auch durch seine Orts-, Tier- und Pflanzenkenntnis sehr nützlich. Unser Nachtlager, bestehend aus Hängematte, Moskitonetz und Regendach, schlugen wir meist im Uferwald auf. Von diesen Stellen aus sowie an zahlreichen Zwischenlandungen unternahmen wir grössere oder kleinere botanische Exkursionen. Gelegentlich drangen wir auf Seitenflüssen, mitunter mit einem schmäleren Einbaum, weiter in das Innere vor. Auch besuchten wir alle von HUMBOLDT eingehender beschriebenen Örtlichkeiten. – Unsere Nahrung während der Expedition bestand vor allem aus Reis, Teigwaren und Konserven, ergänzt durch die Erfolge von Jagd und Fischfang, durch Schildkröteneier, Maniok, Cassave, Palmkohl, Früchte usw.

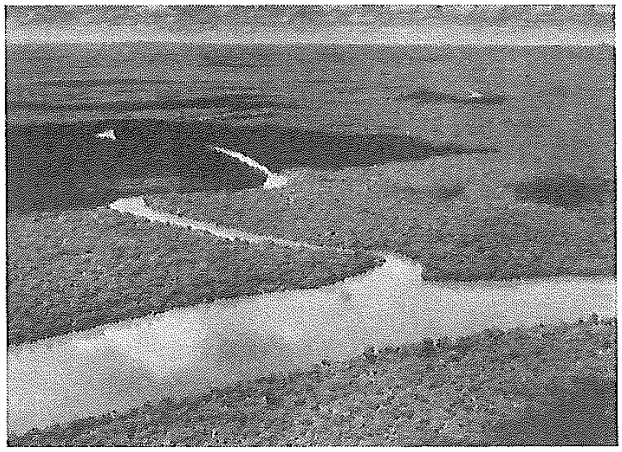
[3] Den Verlauf und die Erlebnisse dieser Fahrt hat V. VARESCHI in seinem Buch «Geschichtslose Ufer» (1959) ebenso treffend wie lebendig geschildert.

Ein Wort über das K l i m a des Expeditionsgebietes sei noch eingefügt. Zwar wurden nur in Puerto Ayacucho Beobachtungen über drei Jahre (GONZALEZ) durchgeführt, aber sie geben doch einen ungefähren Anhalt über den Klima-Ablauf. Die Maximaltemperatur schwankt zwischen 33° (Juni—Juli) und 39,4° (März), die Minimaltemperatur zwischen 20,8° (September) und 23,4° (März), die Mitteltemperatur zwischen 26,4° (Juli) und 30,1° (März). Diese Angaben stimmen auch mit unseren gelegentlichen Messungen überein; als Wassertemperatur stellten wir meist etwa 31° fest. Die Niederschlagsmenge beträgt nach GONZALEZ für Puerto Ayacucho von Januar bis Dezember 8, 3, 40, 268, 264, 531, 403, 338, 185, 20, 133, 42 (Jahressumme 2455 mm) [4]. Es hebt sich also deutlich eine längere Regenzeit und eine kürzere Trockenzeit heraus.

Der O r i n o c o (Taf. I, 1), dessen Lauf wir 600 km bis zur Mündung des Rio Ocamo aufwärts folgten, erreicht zwischen Sanariapo und der Atabapo-Mün-

Tafel I

1. Orinoco zwischen Atabapo-Mündung und Esmeralda



2. Die Abzweigung des Casiquiare vom Orinoco. (Aus «Elata»)

3. Lianendickicht (in der Mitte «Affentreppe», *Bauhinia*)

4. «Hängemoose» im Nebelwald von Rancho Grande

[4] Die Summe der Monate liegt um mehr als 210 mm niedriger als die angegebene Jahressumme; offenbar liegt bei der Angabe für Oktober ein Druckfehler vor.

dung eine Breite bis zu 1,5 km. Stellenweise, z. B. unterhalb der Einmündung des Ventuari, löst er sich in mehrere Arme auf. An keiner Stelle von der Quelle bis zur Mündung wird er von einer festen Brücke überquert. Die Stromschnellen (Raudales) nehmen im Oberlauf an Höhe immer mehr zu, wie dies JOSEPH GRELIER in seinem Expeditionsbericht «Zu den Quellen des Orinoko» eindrucksvoll geschildert hat. Der Orinoco gehört zu den Weisswasserflüssen; seine Sichttiefe beträgt meist weniger als einen Meter. Die Höhe des Wasserspiegels schwankt zwischen Regen- und Trockenzeit bis zu 7 m. An dem Felsen «El Castillito» unterhalb San Fernando di Atabapo, an dem wir am 11. Januar und auf der Rückfahrt am 14. Februar vorüberfuhren, war zu erkennen, dass der Wasserspiegel während dieser Zeit (Trockenzeit!) um 1,5 m gefallen war. «El Castillito» lässt wie alle in oder am Fluss liegenden Felsen in einer bestimmten Höhe eine scharf ausgeprägte horizontale Linie erkennen. Oberhalb derselben zeigt das Gestein (Granit), das im frischen Bruch hell aussieht, eine durch Algenbelag (Cyanophyceen) verursachte mattschwarze Farbe. Unterhalb der Linie dagegen überzieht ein bleigrauer, glänzender, harter, an «Wüstenlack» erinnernder Überzug den Fels. Diese Linie kennzeichnet den höchsten Wasserstand zur Regenzeit; oberhalb derselben tragen die Felsen in ihren Klüften Sträucher und kleine Bäumchen, unterhalb dagegen sind sie völlig kahl (vgl. Bild bei VARESCHI 1959, S. 110). Der schwarze Lacküberzug findet sich nur an Felsen der Weisswasserflüsse, aber nicht an solchen der Schwarzwasserflüsse. DARWIN (1899, S. 14) zitiert ein Indianerwort: «Die Felsen sind schwarz, wo die Wasser weiss sind.»

Zunächst fuhren wir den oberen Orinoco aufwärts bis zur Abzweigung des Casiquiare. Etwa ein Drittel der Wassermassen des Orinoco zweigen nach Westen ab und fliessen dem Rio Negro und somit dem Flußsystem des Amazonas zu. An der Bifurkation stellten wir auf mehreren Profilen durch beide Flüsse Tiefe und Strömungsgeschwindigkeit fest. Über die Ergebnisse wird eine Spezialabhandlung von Prof. VARESCHI berichten. Das Gelände ist hier auf weite Erstreckung, wie Flugaufnahmen zeigen (Taf. I, 2), völlig eben.

Von der Bifurkation folgten wir dem Lauf des Orinoco, an der evangelischen Mission Tamatama und dem ehemaligen Esmeralda vorbei bis zur Einmündung des Rio Ocama, dem südlichsten Punkt unserer Orinoco-Fahrt (HUMBOLDT kehrte etwa 30 Kilometer vorher, an der Mündung des Rio Yguapó, um). Hier verbrachten wir zwei Tage bei einem der noch völlig unberührten Indianerstämme der Guaikas (vgl. HUMBOLDT 6, S. 47; «Elata», S. 15—26, ZERRIES 1958). Diese nur etwa 1,50 m grossen Indianer, zu denen sich erst jetzt die Missionäre vorzuwagen beginnen, stehen in vieler Hinsicht noch auf der Kulturstufe des Neolithikums. Sie leben als Jäger, Fischer und Sammler. Nur wenige Kulturpflanzen, vor allem die Mehl-Banane, *Colocasia* und *Manihot,* bauen sie an, ausserdem Tabak, dessen Blätter als Röllchen hinter die Unterlippe geschoben und ausgesaugt werden, *Bixa orellana,* deren roter Farbstoff der Körperbemalung dient, Flaschenkürbisse usw.; «Niopo», ein berauschendes Schnupfpulver, wird aus einer Mimosacee gewonnen (vgl. HUMBOLDT 6, 119; ZERRIES 1958, 180). Die Jagd geschieht mit Bogen und Pfeilen. Letztere sind etwa 2,25 m

lang, aus dem obersten Internodium eines Grases (*Gynerium sagittatum*) hergestellt und je nach dem Zweck mit einer Spitze aus Knochen oder Bambusholz versehen. Einem primitiven, mit der Zivilisation noch kaum in Berührung gekommenen Indianerstamm zu begegnen, gehört wohl zum tiefsten Erlebnis, das einem Forschungsreisenden vergönnt ist, ein Erlebnis, das sehr nachdenklich stimmt und bescheiden macht. Der Indianer ist im Urwaldleben dem «Kulturmenschen» unendlich überlegen. Der Zoologe HANS KRIEG, der viele Jahre in südamerikanischer Wildnis verbrachte, sagt treffend: «Der Indianer ist ein Glied dieser Natur, ich nur ein Fremdling mit einer Brille auf der Nase.»

Die an Uferfelsen des Orinoco wie des Casiquiare bereits von HUMBOLDT beschriebenen Felszeichnungen («piedras pintadas»), welche stark stilisierte Menschen und Tiergestalten sowie Symbole unbekannter Bedeutung darstellen, stammen von indianischen Ureinwohnern.

Die Rückfahrt zur Bifurkation unterbrachen wir bei dem ehemaligen Esmeralda. Von dieser auf jedem Weltatlas eingezeichneten Siedlung, die zu HUMBOLDT's Zeiten 80 Einwohner zählte, besteht keine Spur mehr. Die Savanne, die sich heute hier erstreckt, diente GRELIER auf seiner Expedition zu den Orinoco-Quellen als Flugzeug-Stützpunkt. Nirgends auf der ganzen Flussreise war die Moskito-Plage derart stark wie hier.

Den Casiquiare befuhren wir in seiner ganzen Länge von etwa 350 km. Die Bifurkation liegt bei 121 m ü. N. N., die Einmündung in den Rio Negro bei 100 m. Wenn man berücksichtigt, dass in der unteren Hälfte seines Laufes sechs Stromschnellen liegen, so kann man ermessen, wie gering die Strömung des Flusses ist. Von den zahlreichen Siedlungen, die wir auf der Karte der American Geographical Society (1:1 Million) – der einzigen genauen Karte dieses Gebietes – eingetragen finden, wie Capibara (Capiguara), Curare, El Mango, Solano, existiert fast nichts mehr. Verfallene Hütten, vom Urwald überwuchert, zeigen, dass hier die Bewohner erst vor kurzer Zeit den Ort verlassen haben. Acht Tage lang sahen wir auf unserer Flussfahrt auf dem Casiquiare – von einem Boot der «Guardia nacional» abgesehen – keinen Menschen, keine bewohnte Hütte! Wohl die Hauptursache für den Rückgang der Besiedlung am Casiquiare dürfte in der geradezu unerträglichen Insektenplage zu suchen sein. Ausserdem dürfte die auch in allen Tropenländern festzustellende «Landflucht» hierbei eine Rolle spielen. Der Sog, den die ungewöhnlich rasch anwachsende Hauptstadt Caracas (1927: 127 000 Einwohner, 1958: 1 Million Einwohner) ausübt, wirkt sich wohl bis in die Urwaldgebiete hinein aus. Der Mensch ist hier ununterbrochen, Tag und Nacht, den Angriffen der verschiedensten Stechmücken, Ameisen, Wespen usw. ausgesetzt. HUMBOLDT's Schilderungen entsprechen auch in diesem Punkte vollauf den Tatsachen. Einer der Expeditionsteilnehmer zählte einmal auf dem linken Handrücken 170, auf dem rechten 102 Moskitostiche! – An einem auffallenden hohen Granitfelsen am Südufer des Casiquiare, Cerro Culimacari, führte HUMBOLDT eine astronomische Ortsbestimmung durch, auf Grund deren er die geographische Breite von San Carlos im Rio Negro (s. u.) zu 1° 54′ berechnete (frühere Angaben schwankten zwischen 0° 20′ und 0° 53′). Nach der neuesten Ausgabe der «World aeronautical chart» (1:1 Million, Blatt 892) liegt San Carlos

auf 1° 55′. Dieses Beispiel möge die Exaktheit von HUMBOLDT's Messungen zeigen.

Bei Piedra Caribe, etwa in der Mitte des Casiquiare, brach unser Aussenbordmotor. Mittels selbstgefertigter Ruder (Stangen, an die mit Lianen Bretter gebunden waren) ruderten wir, jeweils zu zweit, in acht Tagen 230 km bis San Carlos am Rio Negro, dem südlichsten Punkt unserer wie auch HUMBOLDT's Reise. Die dort stationierte Einheit der «Guardia nacional» half uns aus unserer Notlage und fuhr uns den Rio Negro (bzw. Rio Guainia, wie der Rio Negro oberhalb der Casiquiare-Mündung heisst) hinauf bis nach Maroa, wo es uns gelang, einen neuen Motor zu mieten.

Hier begann die schwierigste Flußstrecke, der Caño Pimichin, ein kleiner Seitenfluss des Rio Guainia. Infolge der Trockenzeit führte er nur sehr wenig Wasser. In zwei Tagen auf der nur 25 km langen Strecke musste die gesamte Besatzung 31mal aussteigen, um das Boot über flache Stellen zu schieben, 5mal musste das Gepäck ausgeladen, die leere Lancha geschoben und das Gepäck wieder eingeladen werden, und 9mal war es notwendig, das Boot – meist nach vorherigem Ausladen – mittels Baumstämmen über Felsplatten zu rollen. Vom Ort Pimichin führt eine 16 km lange Strasse (die einzige, die im gesamten Flussbereich des Rio Guainia besteht) nach Yavita am Rio Temi. Damit wird die Verbindung zwischen den Flussgebieten des Rio Guainia und des Orinoco hergestellt. HUMBOLDT musste auf dieser Landstrecke sein Boot teils tragen, teils fahren lassen, und benötigte hierfür fast fünf Tage. Jetzt steht ein kleiner Lastkraftwagen zur Verfügung, der in Teile zerlegt auf Booten hierher gebracht worden ist. So konnten wir mit unserem Gepäck den Landweg zwischen den zwei Flussgebieten in einer reichlichen Stunde zurücklegen.

In Yavita mieteten wir eine neue Lancha, die uns in vier Tagen auf dem Rio Temi und dem Rio Atabapo wieder zum Orinoco und schliesslich zum Ausgangspunkt Sanariapo zurückbrachte.

Die eigentliche insgesamt 1600 km lange Flussfahrt dauerte, von Sanariapo aus gerechnet, 39 Tage. HUMBOLDT benötigte für die gleiche Flußstrecke (also ohne Überwindung der Raudales oberhalb Puerto Ayacucho, die ihm viele Tage kosteten und die jetzt durch die Strasse Puerto Ayacucho–Sanariapo umgangen werden) 41 Tage, also nur zwei Tage mehr als wir. HUMBOLDT vermochte mit seinen Ruderern nicht so rasch zu fahren wie heutzutage ein Boot mit Aussenbordmotor, seine Landaufenthalte waren demnach wohl noch kürzer als auf unserer Reise. Um so mehr setzt die Fülle von HUMBOLDT's Beobachtungen auf allen Gebieten der Naturwissenschaft in Erstaunen sowie die hohe Zahl von Pflanzenarten, deren Sammlung und Aufbewahrung vor allem HUMBOLDT's treuem Gefährten AIMÉ BONPLAND zu danken ist.

II. Die Vegetation im Bereich der Weisswasserflüsse

Im tropischen Südamerika unterscheiden sich zwei Flusstypen scharf voneinander: Weisswasser und Schwarzwasser. Erstere zeigen eine helle Trübung, die eine weisse Scheibe von 20 cm Durchmesser höchstens bis zu

einem knappen Meter Tiefe noch erkennen lässt. Das Schwarzwasser dagegen erscheint braunschwarz (GRELIER sagt treffend, dass es in einem Glas die Farbe von sehr dünnem Ceylon-Tee hat), ist aber völlig klar und weist eine «Sichttiefe» von etwa zwei Metern auf. Der Orinoco ist ein Weisswasserfluss, der Rio Negro mit seinen Nebenflüssen führt Schwarzwasser. Das Weisswasser kommt aus Bergländern (der Orinoco aus den Guayana-Bergen) und führt viele Trübung mit sich wie unsere Alpenflüsse. Das Schwarzwasser hat seinen Ursprung in den mit Sumpf und Urwald bedeckten Ebenen. Die Sandbänke sind in Weisswasserflüssen gelb bis hellbraun, in Schwarzwasserflüssen reinweiss.

Die Vegetation, nicht nur des Wassers selbst, sondern auch der weiten Überschwemmungswälder, ist daher in den beiden gekennzeichneten Bereichen sehr verschieden. Aus der geradezu erdrückenden Formenfülle können wir hier nur einige besonders auffallende Züge hervorheben, und zwar zunächst der Weisswassergebiete, also des Orinoco. Unter den eigentlichen Wasserpflanzen sind an erster Stelle die Podostemonaceen zu nennen, von denen die Gattungen *Apinagia* und *Rhyncholacis* im Orinoco vorkommen. Da wir zur Trockenzeit reisten, sahen wir lediglich die Fruchtstände auf den Felsen mehrere Meter über dem gegenwärtigen Wasserstand. Nur am Casiquiare, dessen Wasserstände offenbar viel weniger schwanken als die des Orinoco, begegneten wir noch submersen, blättertragenden Beständen sowie solchen mit Blüten, die über die Wasseroberfläche emporragten. (Näheres über die Podostemonaceen siehe unten in Kapitel IV.)

Die Uferfelsen, soweit sie vom Hochwasser nicht erreicht werden, tragen in flachen, mit Detritus erfüllten Mulden eine bezeichnende Vegetation: die kleinen Bäumchen der Velloziacee *Barbacenia Alexandrinae* und der Cyperacee *Bulbostylis leucostachya* sowie rotblühende *Pitcairnia*-Büsche (Bromeliacee). An schattigen Stellen siedeln sich Parmelien an den Felsen an.

Die Sandbänke entbehren im allgemeinen des Pflanzenwuchses. Nur gelegentlich tragen sie in Ufernähe die hohen Büsche der weidenähnlichen Euphorbiacee *Alchornea castaneifolia,* deren Äste von langen Fahnen des Laubmooses *Hydropogon fontinaloides* behangen sind, die zur Hochwasserzeit im Wasser fluten wie unsere *Fontinalis.*

Die Uferbäume, oft mächtige Stämme bis 40 m Höhe, sind von einem dichten Vorhang von Lianen bekleidet, durch den man sich mit dem Buschmesser mühsam hindurcharbeiten muss, wenn man in den Wald eindringen will. Die Lianen erreichen bekanntlich in den tropischen Regen- und Passatwäldern ihren grössten Formenreichtum und ihre höchste Üppigkeit. In Venezuela rekrutieren sie sich aus nicht weniger als 49 Familien, von denen einige, wie die Passifloraceen und die Vitaceen, durchweg als Kletterpflanzen leben. Die «Trinkwasserlianen», deren Gefässwasser aus abgeschlagenen Achsenstücken herausläuft und ein gutes Trinkwasser darstellt, gehören zu den Vitaceen (*Cissus*). Fast alle histologischen Bautypen der Lianenstämme, die SCHENCK in seinem grundlegenden Werk aus Brasilien beschreibt, fanden sich auch am Orinoco. Die Dicke der Lianenstämme geht selten über einen Dezimeter hinaus. Besonders fallen die absonderlichen «Affentreppen» auf (*Bauhinia*-Arten): die

bandförmigen Achsen (bis 19 cm breit bei maximaler Dicke von nur 0,8 cm) sind am Rand gerade, während der zentrale Teil stark wellig gebogen ist (Taf. I, 3). Die überwiegende Zahl der Lianen gehört zu den Dikotylen, während die Monokotylen in dieser Lebensform nur spärlich vertreten sind (z. B. wurzelkletternde Araceen und als Spreizklimmer wachsende Bambuseen). Bemerkenswerter Weise finden sich auch einige Farne (Polypodiaceen) unter den Kletterpflanzen, wie *Acrostichum scandens* mit hoch an Baumstämmen emporsteigendem Rhizom und *Salpichlaena volubilis* mit bis 6 m langen, linkswindenden Wedeln, an denen die unteren Fiedern steril, die oberen fertil und viel schmäler sind als jene.

Oft begegnen wir in den Orinoco-Wäldern der sonderbaren «baumwürgenden» *Ficus dendroctona*. Die Jungpflanze lebt als Epiphyt auf Bäumen, treibt aber sehr bald eine oder mehrere Wurzeln entlang dem Stamm hinab in den Boden. Diese Wurzel verzweigt sich, die Seitenwurzeln verwachsen zum Teil miteinander, so dass der Stützbaum von einem immer mächtiger werdenden Wurzelnetz umsponnen wird und schliesslich, da er nicht mehr in die Dicke wachsen kann, abstirbt und bald vermodert. Der Feigenbaum, der inzwischen noch weitere Luftwurzeln gebildet hat, steht bereits auf eigenen Füssen und hat den Kampf ums Licht gewonnen.

Die Epiphyten spielen in den Wäldern am Orinoco nur eine untergeordnete Rolle, auch in der Moosvegetation, im Gegensatz etwa zu den Nebelwäldern der Andenkette (vgl. Kapitel V).

Eine ökologische Besonderheit der südamerikanischen Tropenwälder stellen die «Ameisenpflanzen» dar, denen bereits A. F. W. SCHIMPER 1888 eine eingehende Studie gewidmet hat. Die besonders am Ufer wachsende Moracee *Cecropia* – die Hauptfutterpflanze der Faultiere –, die in den hohlen Internodien ihrer weissen Stämme den Ameisen (*Azteca*) Unterschlupf und in den am Blattpolster stehenden «Müller'schen Körperchen» den Ameisen Nahrung bietet, ist bereits zu einem Lehrbuchbeispiel geworden. Die in vielen Arten verbreitete Gattung *Tococa* (Abb. 2), Sträucher aus der Familie der Melastomaceen, beherbergen in den paarigen Taschen an der Blattbasis stets Ameisen, die bei der geringsten Berührung der Pflanze sofort aus ihrer Behausung hervorstürzen. Schliesslich sei die Caesalpiniacee *Tachigalia cavipes* (Abb. 3) genannt, deren hohle, angeschwollene Blattstiele von Ameisen, nachdem sie ein kleines Loch durchgebissen haben, bewohnt werden. Auch die in den Wäldern des tropischen Südamerika weitverbreiteten Blattschneiderameisen (*Atta*) verdienen Erwähnung. Sie schneiden aus den Blättern der verschiedensten Pflanzen pfenniggrosse Stücke heraus, tragen sie auf oft sehr langen «Strassen» in ihre unterirdischen, viele Quadratmeter grossen Nester, zerkauen sie dort und kultivieren einen Pilz (eine *Rozites*-Art) darauf, dessen angeschwollene Hyphen-Enden ihnen als Nahrung dienen.

Dem europäischen Botaniker fällt am Orinoco die weite Verbreitung der Ornithophilie (Bestäubung der Blüten durch Vögel) auf, die sich in den zahlreichen in leuchtendem Rot blühenden Bäumen und Kräutern kundgibt. Zwei ornithophile Pflanzen gehören zu den Charakteristika der Ufervegetation,

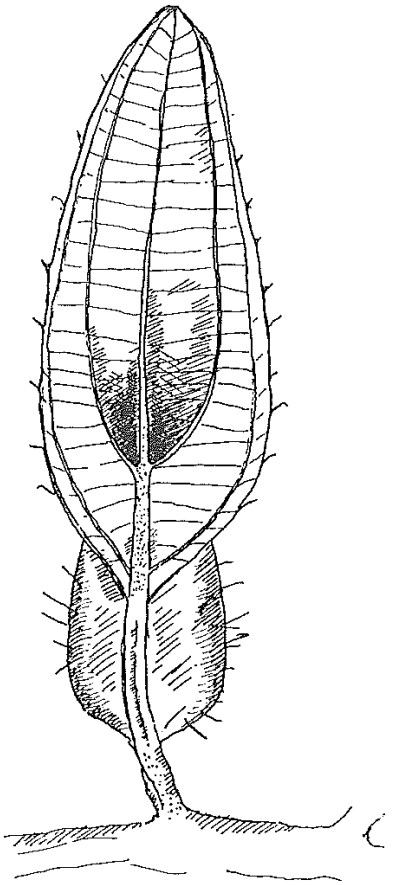


Abb. 2 *Tococa ciliata.* Blattbasis mit Ameisen-Höhle (Eingänge in den oberen Blattaderwinkeln). 1/1 nat. Gr.

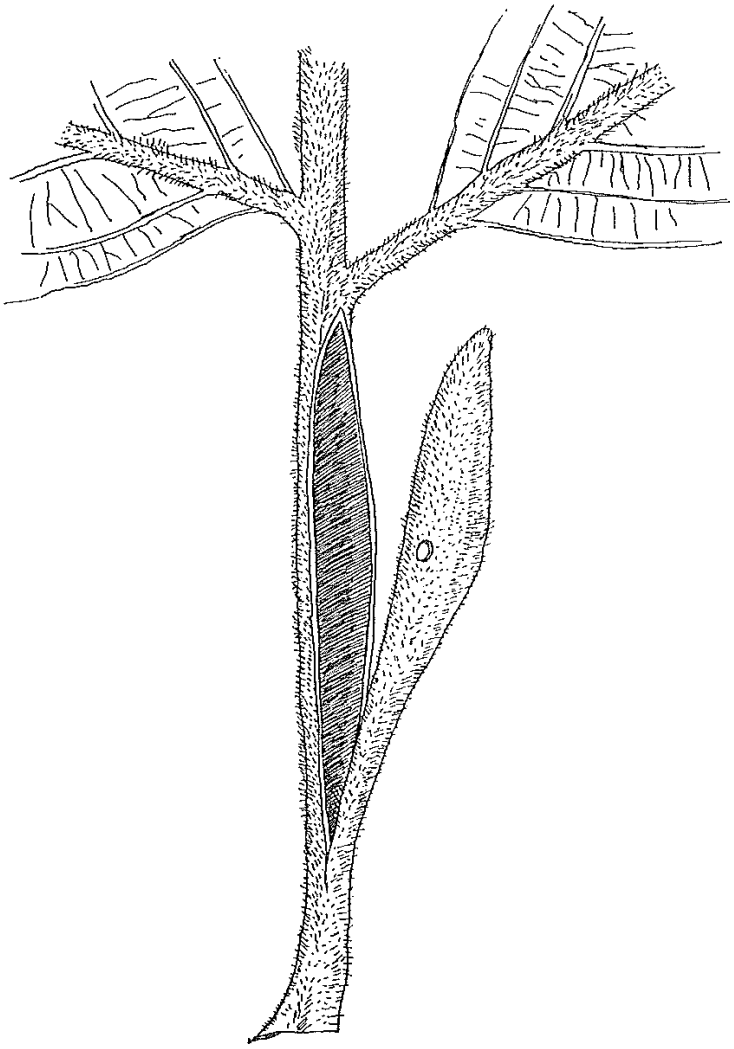


Abb. 3 *Tachigalia cavipes.* Blattstiel, aufgeschnitten. 3/2 nat. Gr.

die uns auf der ganzen Flussfahrt begleiten: Die Musacee *Heliconia,* die in mehreren Arten im Ufergebüsch wächst, und die Marcgraviacee *Norantea guianensis,* eine Liane, die ihre in tiefem Rosa prangenden, ½ m langen Blütenähren – wir nannten sie «Raketenblumen» – über die Kronen der höchsten Bäume emporstreckt. Nicht nur die Blüten selbst sind rot gefärbt, sondern auch die in lange Nektarsäcke umgebildeten Brakteen (vgl. Farbbild bei Vareschi 1959, S. 61).

Seit Humboldt zeichnen die pflanzengeographischen Karten am oberen Orinoco «Regenwald» ein. Es war ein unerwartetes Ergebnis unserer Expedition, dass dies nicht zutrifft. Vielmehr müssen wir die Orinoco-Wälder zu den Passatwäldern rechnen, da ein stellenweise beträchtlicher Teil der Bäume in der mehrmonatigen Trockenzeit völlig kahl steht. Humboldt reiste während der Regenzeit und konnte von einer längeren Trockenperiode und ihren Wirkungen auf die Vegetation nichts ahnen. Nur bei San Carlos am Rio Negro, dem südlichsten Punkt unserer Reise, wo wir dem Amazonasbecken am nächsten kamen, machten sich Anzeichen für einen echten Regenwald, wie ihn Bünning so an-

schaulich schildert, bemerkbar. Ausserdem ist durchaus nicht das ganze Gebiet des oberen Orinoco mit Wald bedeckt, vielmehr wird er vielfach, wie z. B. am Yapacana und nördlich Esmeralda, von Savannen durchsetzt.

III. Die Vegetation im Bereich der Schwarzwasserflüsse

Auf unserer Fahrt kamen wir in einigen Seitenflüssen des Casiquiare (Rio Paciba und Caño Cuarichi) erstmals mit dem Schwarzwasser in Berührung. Der Unterschied in der Vegetation gegenüber den Weisswassergebieten springt sofort in die Augen: Die Uferwälder sind sehr viel niedriger (oft nur 6—8 m hoch), Lianen fehlen so gut wie völlig. HUMBOLDT, der in umgekehrter Richtung reiste, schreibt, dass am Casiquiare, je näher er der Bifurkation, also dem reinen Weisswasser, kam, «die Üppigkeit des Pflanzenwuchses sich steigerte in einem Grade, von dem man sich keinen Begriff macht».

Unter den Bäumen fallen vor allem mehrere, oft ausgedehnte Bestände bildende Apocynaceen mit relativ dürftigen Kronen und ungewöhnlich leichtem Holz (spanisch «palo de boya = Bojenholz) auf. Unter diesen ist *Malouetia glandulifera* die häufigste Art. Am Caño Pimichin und am Rio Temi tritt noch die Bombacacee *Pachira aquatica* hinzu, deren Stämme nach der Basis zu stark verdickt sind und deren Krone oft nur aus wenigen, handförmigen Blättern besteht. Hier begegnet uns als Ufergewächs die seltene Monokotyle *Thurnia,* die im Habitus unserem *Sparganium* recht ähnlich sieht.

Die Wälder in den ausgedehnten Ebenen der Schwarzwassergebiete haben oft den Charakter von Sumpfwäldern. Hier treffen wir auf *Symphonia globulifera* (Guttifere), dessen horizontal streichende Wurzeln bis zu ½ m hohe Atemknie (Abb. 4) bilden, wie wir sie sonst nur von Mangrovegehölzen (z. B. *Bruguiera, Lumnitzera*) kennen. Die Wurzelknie sind dicht mit grossen Lentizellen bedeckt, besonders an der Kniestelle.

Die niedrige Bodenvegetation erinnert an die unserer Sandgebiete: *Cladonia* (Subg. *Cladina*), oft in Massenbeständen, schwachwüchsige *Sphagnum*-Arten, eine kleine *Drosera*-Spezies, die bereits HUMBOLDT (VI, 81) erwähnt. Dazu gesellen sich der Farn *Schizaea pennula* mit pinselförmig angeordneten fertilen Segmenten auf Rohhumus und die mit weissen Brakteen[5] versehene kleine Cyperacee *Dichromena brevicaulis* («Edelweiss des Casiquiare») auf reinen Sandböden als auffallende Pflanzengestalten. In Ufernähe bildet die einem zarten Bärlapp ähnliche, zeitweise submers lebende *Mayaca* ausgedehnte Bestände.

Für den Forschungsreisenden bietet das Schwarzwasser einige grosse Vorteile gegenüber dem Weisswasser: Es fehlen hier die Moskitos, die Pirañas und die Kaimane!

IV. Guayana-Bergland

Der Orinoco umfliesst in einem nach Osten offenen Halbkreis das Guayana-Bergland. Durch einen Flug nach Canaima im Flussgebiet des oberen Caroní

[5] Die Gattung *Dichromena* wird – eine Ausnahme in der sonst durchweg windblütigen Familie – durch Insekten bestäubt (vgl. LEPPIK, Am. Journ. Bot. *42*, 455, 1955).

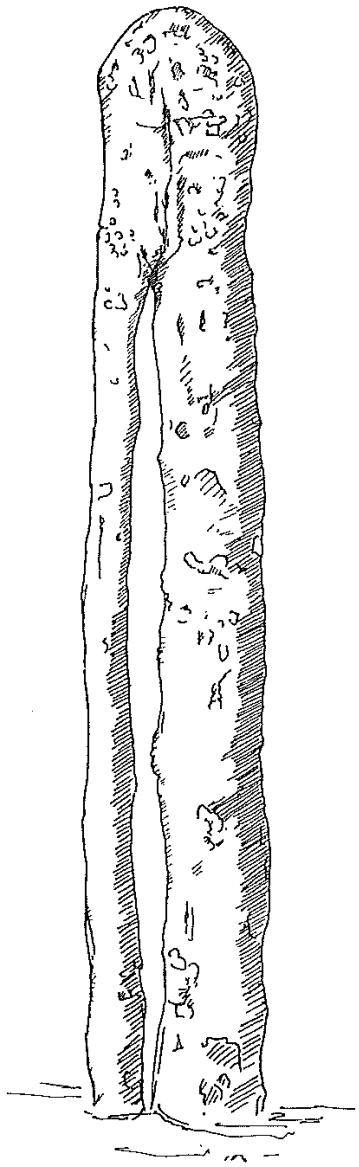
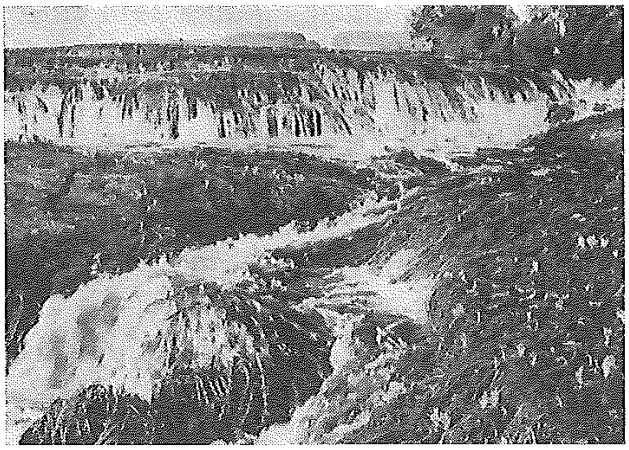


Abb. 4 *Symphonia globulifera.*
Atemknie. 1/4 nat. Gr.

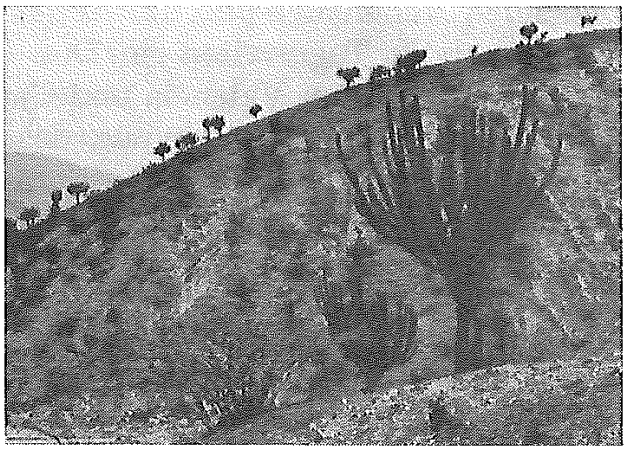
(am Fusse des Auyantepui) konnte ich wenigstens einen flüchtigen Einblick in dieses wohl noch viele botanische Überraschungen bergende Gebiet tun. Der Auyantepui ist wie fast alle Guayana-Berge ein Tafelberg (2560 m), dessen Plateau sich nach Nordwesten neigt und ringsum in fast 1000 m hohen Steilwänden abbricht. Bei einem Flug über diese Tafelberge wird man aufs stärkste beeindruckt, wenn man dicht über dem bewaldeten Plateau dahinfliegt und dann schlagartig der Wald tausend Meter tiefer liegt. Die Niederschlagswässer auf den Bergflächen sammeln sich in Bächen, um dann als Wasserfälle über die Steilwände herabzustürzen. Der höchste dieser Fälle, der Salto Angel an der Nordwestecke des Auyantepui, stürzt – als höchster, erst 1936 von einem nordamerikanischen Flieger entdeckter Wasserfall – über 800 m frei in die Tiefe. Das Wasser des Salto Angel fliesst in den Rio Carraó, der bei Canaima in sieben Armen über eine etwa 40 m hohe, aus rotbraunem Sandstein gebildeten Steilstufe herabstürzt. In diesen Kaskaden fanden wir die P o d o s t e m o n a c e e n,

denen wir bereits an den Uferfelsen des Orinoco begegneten, in einer geradezu unwahrscheinlichen Üppigkeit (Taf. II, 1, siehe auch Bilder bei VARESCHI 1959, S. 151, 152, 179). Diese sonderbaren Gewächse leben fast ausschliesslich in tropischen Stromschnellen und Wasserfällen, besonders in Südamerika und Vorderindien. Ihr eigentümlicher Standort prägt diesen Gewächsen einen vom Dikotylentyp stark abweichenden Habitus auf. Die Wurzeln sind bei vielen Arten flach, führen Chloroplasten, befestigen sich auf dem Gestein mittels der Wurzelhaare sowie besonderer Haftorgane und erzeugen endogene Sprosse. Die Blätter ähneln bei manchen Arten einem flachen Algenthallus und tragen auf ihrer Fläche chlorophyllreiche Zipfel und Emergenzen; bei anderen Formen, wie bei der in den Carraó-Fällen massenhaft wachsenden *Oenone guyanensis*, sind sie doppelt gefiedert, die Fiedern in Haarbüschel aufgelöst. Blüten und Früchte erheben sich über das Wasser. Die im Orinoco und Casiquiare lebenden

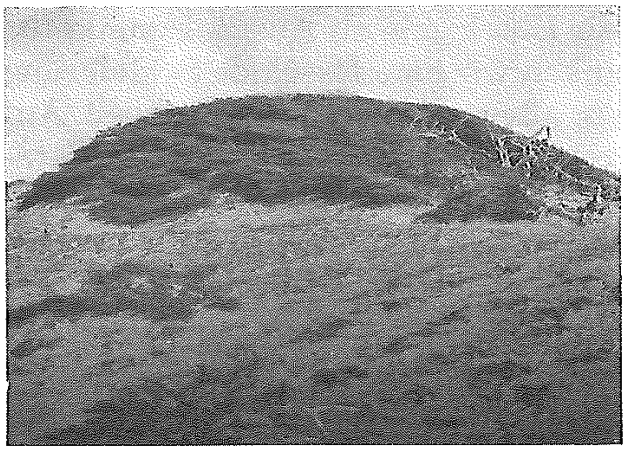
Tafel II



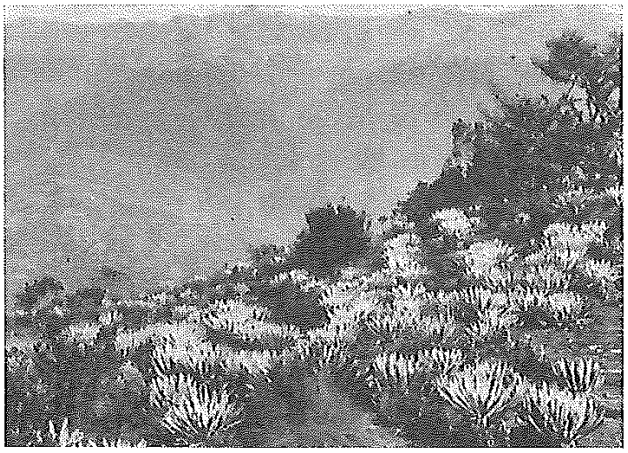
1. Podostemonaceen (*Oenone guyanensis*) in einem Wasserfall des Carraó



2. Kakteensteppe im unteren Chama-Tal südlich des Maracaibo-Sees (*Cereus griseus* und Leguminosen-Sträucher)



3. Windform von *Prosopis juliflora* in den Dünen von Coro



4. Páramo südlich Mérida (4050 m) mit *Espeletia Schultzii* und *Polylepis sericea* (rechts)

Arten sind einjährig. Ihre Blüten entfalten sich bei sinkendem Wasserspiegel; die Fruchtbildung erfolgt offenbar sehr rasch. Am Casiquiare liess sich deutlich eine Zonierung erkennen, wie sie in ähnlicher Weise bereits GOEBEL an den Katarakten des Barima (Guayana) beschrieben hat: oberhalb des Wassers vertrocknete, fruchtende Exemplare, im Bereich des Wasserspiegels blühende, im Wasser selbst mit Blättern besetzte Pflanzen. Im Gegensatz zu allen anderen phanerogamen Wasserpflanzen besitzen die vegetativen Organe der Podostemonaceen keine Interzellularen, was offenbar mit der guten Sauerstoffversorgung an den für diese Gewächse charakteristischen Standorten zusammenhängt.

V. Der Nebelwald von Rancho Grande

Die Andenkette biegt innerhalb von Venezuela aus der SW-NO-Richtung, zugleich an Höhe abnehmend, in west-östliches Streichen um und läuft in diesem letzten Abschnitt parallel zur Küste des Karibischen Meeres. Demzufolge stauen sich die Wolken des NO-Passats an dem unmittelbar über der Küste sich erhebenden Andenzuge und hüllen dessen höhere Regionen das ganze Jahr über zu bestimmten Tageszeiten ein. Diese Erscheinung prägt sich besonders in dem Abschnitt zwischen Valencia und Caracas aus, so dass es hier zur Ausbildung eines eigenen Vegetationstypus, des «Nebelwaldes» kommt.[6] In weitschauender Weise hat die venezolanische Regierung 1937 den so gut wie völlig unberührten Abschnitt nördlich des Valencia-Sees, etwa 80 000 ha, zum Nationalpark (Parque nacional de Aragua) erklärt, der nur durch eine einzige Strasse durchschnitten ist, die von Maracay über den Puerta-Chuelo-Pass zur Küste führt. Unmittelbar unterhalb (südlich) des Passes liegt die Biologische Station «Rancho Grande» (1140 m), die eine höchst seltsame Geschichte hat. General Juan Vincente Gomez, Präsident von Venezuela, kam auf den absonderlichen Gedanken, im Nebelwald ein 150 Räume fassendes Grand-Hotel zu errichten. Nach seinem Tode (Dezember 1935) wurden die Bauarbeiten sofort eingestellt, der halbfertige Betonbau blieb als Ruine stehen. Der unermüdliche Erforscher der Flora von Venezuela, HENRI PITTIER, und der nordamerikanische Zoologe WILLIAM BEEBE benutzten die Hotelruine als Ausgangspunkt für biologische Exkursionen. Letzterem verdanken wir eine fesselnde Schilderung von Rancho Grande und seinen Wäldern, vor allem seiner reichen Tierwelt. Auf Initiative von Prof. Dr. TOBIAS LASSER, Direktor des Instituto Botanico in Caracas, wurde Rancho Grande zur «Estación biológica» erhoben und der deutsche Zoologe Dr. ERNST SCHÄFER mit der Einrichtung betraut. Jetzt steht die Station, die einige Museumsräume enthält und einfache Unterkunft gewährt, unter Leitung des Zoologen Dr. G. MEDINA. Es wäre sehr zu wünschen, dass die Regierung von Venezuela sich entschliessen würde, die Station etwas zu erweitern (Räume

[6] Eigentlich wäre die Bezeichnung «Wolken-Wald» zutreffender, wie im Spanischen («Selva nublada») oder im Englischen («cloud forest»). Da aber die Begriffe «Wolken» und «Nebel» nicht scharf getrennt sind und der Name «Nebelwald» sich bereits eingebürgert hat, behalte ich dieses Wort bei.

im Rohbau sind ja genügend vorhanden), um Botanikern und Zoologen wenigstens einfache anatomische, ökologische und physiologische Untersuchungen zu ermöglichen. Die Station wäre eines internationalen Zuspruches sicher, da nirgends in den Tropen, nachdem Buitenzorg auf Java so gut wie unzugänglich geworden ist, eine solche Arbeitsstätte existiert.

Steigen wir von der Meeresküste zur Cordillera auf, so durchwandern wir zunächst, bei etwa 400 m, Kakteensteppe und Dornbusch, der allmählich in nur zur Regenzeit grünen Wald übergeht, bis schliesslich bei 800 m der Nebelwald einsetzt, der sich bis zum Kamm hinaufzieht, dessen Höhe zwischen 1150 m (Puerta Chuelo) und 2342 m (Peñon Blanco) schwankt. Die Niederschläge, gemessen in Rancho Grande, betragen (nach GONZALEZ) im Jahr etwa 1750 mm, wovon etwa 150 im Dezember bis März, die übrigen 1600 mm vom April bis November fallen. Da aber auch in der Trockenzeit am Spätnachmittag die Passatwolken sich auf das Gebirge legen und bis zum nächsten Morgen bleiben, so liegt die relative Feuchtigkeit durchweg sehr hoch (in der Regenzeit 88—99 %, in der Trockenzeit 69—99 %). Die täglichen Temperaturschwankungen sind gering (nach BEEBE u. CRANE 16—21°).

Am Südhang, also zum Valencia-See zu, steigt der Nebelwald bei weitem nicht so tief hinab wie an der Nordseite der Kordillere. Dann folgt auf einen kurzen Dornbuschgürtel (unterhalb 800 m) Sekundärsavanne bzw. Kulturland. Die Savanne mit ihren zum Teil gewaltigen Leguminosen-Schirmbäumen (vor allem *Samanea saman,* vgl. HUMBOLDT III, 144) erinnert an die bekannten Savannenbilder des tropischen Afrika. Savannen der verschiedensten Ausprägung bedecken den grössten Teil der Llanos, der ausgedehnten Ebenen zwischen Anden und Orinoco.

Den klimatischen Bedingungen entsprechend entfaltet hier die Vegetation eine ungeahnte Üppigkeit und eine kaum fassbare Formenfülle. Ein paar Zahlen mögen dies erkennen lassen: In dem 800 km² umfassenden Nationalpark wurden über 200 Pteridophyten-Arten (VARESCHI) festgestellt, während diese Pflanzengruppe in ganz Deutschland 75 Spezies aufzuweisen hat. Nach SCHÄFER leben im Nationalpark 520 Vogelarten (in Deutschland etwa 250). Dabei gilt es zu bedenken, dass die Arten-Inventur im Nebelwald von Rancho Grande bei weitem noch nicht abgeschlossen ist, und dass in den Tropen der Artbegriff viel weniger eng gefasst wird als in dem floristisch und faunistisch völlig erforschten Mitteleuropa.

«Der Nebelwald erinnert», wie VARESCHI (1956) treffend sagt, «in bezug auf Artenzahl, Lebensformspektrum und Umriss sehr an den tropischen Regenwald und ist wie dieser vegetationsstatistisch nicht fassbar. Er unterscheidet sich von ihm durch einen hohen Anteil von Baumfarnen, einzelne Riesenbäume (*Gyranthera caribensis*), verhältnismässig kleine Fallaubgrösse (± 12 cm) und im Luftbild durch viel mehr Abschattungen von Grün als der tropische Regenwald.» Die eben genannte *Gyranthera*, eine Bombacacee, fällt nicht bloss durch ihre Grösse, sondern auch durch ihre enormen Brettwurzeln auf, die bei einer Dicke von nur 5—8 cm und mit einer Höhe von 1—2 m am Stamm ansetzend bis zu 6 m weit ausstreichen. – Aus der artenreichen Fülle der Bodenvegetation sei

nur eine besonders auffallende Form erwähnt: das Riesengras *Neurolepis Pittieri* mit Blättern bis 3 m Länge!

Vor allem ist es der Reichtum an Epiphyten, der dem Besucher des Nebelwaldes zuerst auffällt (Taf. I, 4). Araceen, Orchideen, Piperaceen, Bromeliaceen, Farne, Lycopodien, Moose und viele andere hüllen die Stämme und Äste oft derart ein, dass von der Rinde nichts mehr sichtbar bleibt. Die für die feuchten Tropenwälder so charakteristischen «Hängemoose», die wie unsere Bartflechten von Ästen und Zweigen herabhängen, erreichen hier eine ungewöhnliche Üppigkeit; Meteoriaceen, Pterobryaceen, Phyllogoniaceen, Frullanien bilden dicke Bärte und Fahnen bis über ¾ m Länge. In einer für den Europäer kaum fassbaren Fülle von Gestalten und Lebensformen treten uns die Farne entgegen, von meterhohen Baumfarnen bis zu Zwergformen, wie etwa der in Moospolstern versteckten *Xiphopteris serrulata.* Die Baumfarne (*Cyathea, Alsophila, Hemitelia*) bilden schlanke, im unteren Teil von einem Wurzelmantel umkleidete Stämme von gewöhnlich 3—8 m Höhe und tragen eine weitausladende Wedelkrone bis zu 5 m Durchmesser. Schlingfarne klettern an Baumstämmen empor, wie wir es bereits am Orinoco kennen lernten. Gross ist die Zahl der bodenbewohnenden Farne, darunter eine der wenigen südamerikanischen Marattiaceen, *Danaea alata,* ebenso die der epiphytischen Arten, darunter besonders häufig die eigentümliche *Rhipidopteris peltata* mit fächerförmigen, dichotomen sterilen und ungeteilten, fast kreisförmigen, langgestielten fertilen Wedeln. Dass im Nebelwald die Hymenophyllaceen reich vertreten sind, lässt sich schon aus dem hohen Feuchtigkeitsanspruch dieser Familie vermuten. Einen besonderen Standort hat sich das zierliche *Trichomanes capillaceum* ausgesucht: es wächst nur im Wurzelgeflecht alter Baumfarnstämme; vormittags, wenn der Nebel sich lichtet, trägt jeder der haarfeinen Blattabschnitte ein Wassertröpfchen. Schliesslich sei noch der Gleicheniaceen gedacht, die an lichteren Waldstellen den Boden bedecken (*Dicranopteris, Sticherus*). – Auffallend arm erscheint die Flechten-Flora des Nebelwaldes. Nur eine Art begegnet uns auf Schritt und Tritt: *Coenogonium Linkii,* aus feinen Fäden gewebte, flache, hellgrüne Scheibchen, die, oft in grosser Zahl übereinanderstehend, von Baumstämmen horizontal abstehen. An den trockeneren Südhängen schmückt das leuchtendrote *Herpothallon* (*Chiodecton*) *sanguineum* gelegentlich die glatte Rinde einzelner Bäume. – Eine Erscheinung, die sich dem beobachtenden Botaniker im Wald von Rancho Grande auf Schritt und Tritt aufdrängt, ist die Einstellung der Blätter bei allen Gewächsen senkrecht zum Lichteinfall, die eine maximale Ausnutzung der spärlichen Strahlung in diesem Walde ermöglicht. – Ein augenfälliges morphologisches Merkmal der Blätter sehr vieler Nebelwaldpflanzen sind die oft lang ausgezogenen «Träufelspitzen».

VI. Mangrove, Dünen, Felsküste

Die Vegetation der Küste ist in erster Linie vom Untergrund abhängig. Auf Schlickböden, besonders in Buchten und Flussmündungen, siedelt sich in den

Tropen ein höchst eigentümlicher Gehölztyp an, die Mangrove. Die paläotropische und die neotropische Mangrove unterscheidet sich zwar durch ihren Artenbestand (die erstere weist einen grösseren Artenreichtum auf), aber in ihrem physiognomischen Charakter und ihren eigentümlichen Standortsanpassungen stimmen beide überein. In Venezuela besiedelt die Mangrove an vielen Stellen die Küste des Karibischen Meeres, vor allem im Orinoco-Delta, in schmalen Säumen bei Higuerote und Tagarigua östlich Caracas, bei Puerto Cabello nordwestlich des Valencia-Sees und anderen Orten. Die Höhe der Mangrovebestände geht für gewöhnlich kaum über 10 m hinaus (im Orinoco-Delta nach VARESCHI bis 30 m). Es sind fast ausschliesslich Gehölze, die diese Formation zusammensetzen, vor allem die den äusseren Saum der Bestände bildende *Rhizophora mangle* (Rhizophoracee), die weiter landeinwärts wachsenden *Avicennia tomentosa*[7] und *nitida* (Verbenacee), *Laguncularia racemosa* (Combretacee), *Pterocarpus officinalis* (Papilionacee), *Thespesia populnea* (Malvacee, aus der Paläotropis eingeschleppt und jetzt weit verbreitet) und andere. – Die auffälligsten Anpassungen der Mangrove beziehen sich auf die statische Unsicherheit des Bodens. *Rhizophora mangle* bildet – ebenso wie die paläotropischen Rhizophora-Arten – zahlreiche Adventivwurzeln, die fast in einem rechten Winkel vom Stamm abgehen und im Bogen in den Boden hinabwachsen. So entsteht ein Wurzelgestell, das dem kleinen Baum in dem beweglichen Schlick die nötige Standfestigkeit gibt und das durch Luftwurzeln, die von den Ästen aus in den Boden wachsen, weiter vergrössert wird. Alle diese Wurzeln können sich noch verzweigen. Ein ähnliches Wurzelgestell wie *Rhizophora* besitzt Thespesia. – Andere Mangrovegehölze erreichen ihre Standfestigkeit durch ein weit ausstreichendes Wurzelsystem. Um den völligen Sauerstoffmangel im Schlick auszugleichen, bildet *Avicennia* aus den horizontal im Boden wachsenden Wurzeln negativ geotropische Seitenwurzeln, die sich wie junge Spargelsprosse mehrere Dezimeter über die Schlickoberfläche erheben. In der altweltlichen Mangrove finden wir die gleiche Anpassung bei *Sonneratia* (näheres über Bau und Funktion dieser Atemwurzeln siehe bei W. TROLL). Zwei weitere altweltliche Mangrovegehölze, *Bruguiera* (Rhizophoracee) und *Lumnitzera* (Combretacee) bilden Atemknie von gleichem Bautypus aus, wie wir sie bei *Symphonia* in den Sumpfwäldern des Casiquiare kennen lernten. – Als Anpassung an den Standort dürfen wir auch die bekannte Viviparie von *Rhizophora, Aegiceras, Avicennia, Bruguiera* und anderen betrachten (eingehende Darstellung bei GOEBEL), die schon MARTIUS ein «haud aspernandum divinae providentiae exemplum» nennt. Die Wirksamkeit des pfahlförmigen Hypokotyls ist bezweifelt worden, wurde aber neuerdings voll bestätigt (RUE u. MUZIK, *Science 114,* 661, 1951). – Moose und Flechten fehlen der Mangrove fast völlig.

Gänzlich anderen Charakter besitzt die Vegetation an den Sandküsten. Die ausgedehnten Dünen von Coro am Isthmus der Halbinsel Paraguaná sollen als Beispiel dienen (vgl. LASSER u. VARESCHI). Der Strand oberhalb der Hoch-

[7] *Avicennia tomentosa* war die erste Pflanze, die HUMBOLDT und BONPLAND auf dem amerikanischen Festland kurz nach ihrer Landung bei Cumaná pflückten.

wasserlinie wird von Gräsern mit weithin kriechenden Ausläufern bedeckt, allen voran *Sporobolus Virginicus* und *Aristida*. Die sonst an tropischen Sandküsten (auch in Venezuela) häufige *Ipomoea pes caprae* mit meterlangen Kriechsprossen vermisst man bei Coro, ebenso den grossblättrigen Polygonaceenstrauch *Coccoloba uvifera* und die Kokospalme, eine der wenigen Palmen, die auf salzhaltigem Boden zu gedeihen vermögen. Weiter landeinwärts erheben sich ausgedehnte Dünenzüge, reich besetzt mit dem gelbblühenden Mimosaceenstrauch *Prosopis juliflora*, der sich in langen, durch den dauernden NO-Passat bedingten Windformen (Taf. II, 3) dem Boden dicht anschmiegt. Wo die Dünen mehr oder weniger gefestigt sind, treffen wir kleine Bäumchen von *Guayacum officinale*, deren Krone wie eine Fahne vom Wind horizontal in die Länge gezogen ist, und schliesslich die Kandelaber des *Lemairocereus griseus*, deren aufrechte Säulensprosse offensichtlich vom Wind überhaupt nicht beeinflusst werden.

Die Felsküste als dritter Typus der Küstenvegetation, wie er auf weite Strecken herrscht, wo die Andenkette dicht an das Karibische Meer heranrückt, trägt Kakteen, vor allem Cereen und Opuntien, und Dornbusch. Es ist dies im grossen ganzen die gleiche Formation, wie wir sie in dem weiten Raum zwischen Maracaibo-See und Puerto Cabello antreffen und im nächsten Abschnitt schildern wollen.

Ein kurzes Wort noch über die Meeresalgen. Wo die Felsen sich bis ins Meer hinein erstrecken, wie etwa an der Küste nördlich von Rancho Grande, siedelt sich eine reiche Algenvegetation darauf an: *Padina pavonia, Caulerpa, Halimeda* (diese Gattung auch im Bereich der Mangrove), *Sargassum* und verschiedene andere. Die Hochseeform von *Sargassum* findet sich überall an der Küste angeschwemmt. Eingehendere Untersuchungen der Algenflora der venezolanischen Küste stehen noch aus. Vielleicht wird die neue meeresbiologische Station in Cumaná künftig diese Lücke schliessen helfen.

VII. Die Kakteensteppe

Die Kakteensteppe (Taf. II, 2), deren Ausdehnung während der letzten Jahrhunderte in dem dichter besiedelten Nordstreifen Venezuelas stellenweise infolge Abholzung des Landes beträchtlich zugenommen hat, zeigt sich in schönster Ausprägung zum Beispiel westlich Barquisimeto und im Raum zwischen Maracaibo-See und Coro. Sie ist in erster Linie durch geringe Niederschläge bedingt. Für Barquisimeto beträgt die Jahressumme derselben (nach González) im Mittel 519 mm bei einer Jahresmitteltemperatur von 24,2° (die Monatsmittel schwanken zwischen 23,6° und 24,9°). Die Niederschläge verteilen sich vom Januar bis Dezember in folgender Weise (Mittel aus 26 Jahren): 9, 5, 12, 44, 69, 85, 74, 48, 39, 52, 59, 23. Die Niederschläge fallen in den einzelnen Jahren sehr unterschiedlich; in der Zeit von 1921 bis 1946 schwankte die Jahressumme zwischen 207 und 856 mm.

Die physiognomisch auffallendsten Gestalten der eigentlichen Kakteensteppe

(Cardonál) stellen die grossen bis 8 m hohen *Cereus*-Arten dar, vor allem *Lemaireocereus griseus* und *Cephalocereus Moritzianus*, wozu sich oft die Bäumchen von *Peireskia* gesellen. Dazwischen stehen niedere Büsche von *Prosopis* und *Pithecolobium unguis cati*, die Schirmbäumchen von *Cercidium praecox*, von Stacheln starrende *Opuntia*-Arten (*O. wentiana, O. caribaea*), gelegentlich auch *Ipomoea, Asclepias* und andere Kräuter. Die grossen Cereen und Peireskien tragen oft eine reiche Epiphytenflora von Krusten-, Laub- und kleinen Strauchflechten, mitunter sogar von Bromeliaceen (*Tillandsia*-Arten). Am meisten überraschen aber den Botaniker zwischen den *Opuntia*-Büschen die Polster einer extrem xerophytischen *Selaginella (S. Sellovii)*, die fast an das Laubmoos *Rhacomitrium* erinnern. – Da bei der spärlichen Vegetation ein beträchtlicher Teil der Bodenoberfläche unbedeckt bleibt, nimmt hier die Bodenerosion stellenweise grosse Ausmasse an (vgl. Bild bei VARESCHI 1959, S. 97).

Mit zunehmendem Buschwerk geht die Kakteensteppe in einen Dornbuschwald über, in welchem die Leguminosen überwiegen, auch Bromeliaceen, *Capparis, Jatropha* und andere, östlich des Maracaibo-Sees treten auch grössere Bäume hinzu, vor allem eine *Bombax*-Art mit wasserspeicherndem Tonnenstamm. Der letztgenannte Vegetationstyp stimmt weitgehend mit der schon von MARTIUS aus Südbrasilien beschriebenen Caatinga-Formation überein (vgl. Bild bei SCHIMPER 1908, Fig. 193). Dort gehören die Tonnenstämme auch einer Bombacee an, jedoch einer anderen Gattung (*Cavanillesia*).

Bei extremer Trockenheit, wie zum Beispiel westlich von Coro, verschwinden die hohen Cereen, dafür stellen sich *Melocactus*- und *Mamillaria*-Arten ein. Diese Kugelkaktuswüste stellt wohl die am stärksten xerophytisch geprägte Pflanzengesellschaft Venezuelas dar.

VIII. Die Páramos in den Anden von Mérida

Die Anden Venezuelas erreichen südlich des Maracaibo-Sees ihre grösste Höhe. Die nördliche Kette erhebt sich bis 4700 m, in der südlichen überschreitet der Pico Bolívar knapp die 5000-m-Linie (5002 m), der benachbarte Pico Humboldt bleibt wenig darunter. Es erscheint von tiefer symbolischer Bedeutung, dass die beiden höchsten Gipfel nach zwei für das Land höchst verdienstvollen Männern benannt wurden, die auch im Leben miteinander befreundet waren. SIMON BOLIVAR hat einmal den Ausspruch getan: «HUMBOLDT hat für Südamerika mehr geleistet als alle Konquistadoren zusammengenommen».

Zwischen beiden Andenketten, im Chama-Tal, liegt Mérida (1600 m), die Hauptstadt des gleichnamigen Staates. Mérida beherbergt die «Universidad de los Andes», an der besonders die forstwissenschaftliche Fakultät über modern eingerichtete Institute verfügt, und das «Instituto forestal Latino-Americano», welches die Erforschung aller Waldgebiete Südamerikas zum Ziel hat. Als botanisches Kennzeichen von Mérida kann man die mächtigen, rotblühenden *Erythrina*-Bäume bezeichnen, von deren Ästen die meterlangen, grauen Bärte der *Tillandsia usneoides* herabhängen. Ein Kuriosum stellt eine andere *Tillandsia*-

Art, *T. recurvata,* dar, deren kleine Rosetten in Reihen auf den Telegraphendrähten sitzen und als extreme Aerophyten leben. Um Mérida wird von Kulturpflanzen vor allem Zuckerrohr gebaut; Ackerbau (Kartoffel, Weizen) treffen wir in den Tälern noch in 3400 m Höhe an.

Das Klima von Mérida (nach GONZALEZ) selbst ist vor allem durch eine sehr gleichmässige Temperaturverteilung gekennzeichnet: Das Monatsmittel beträgt im kältesten Monat (Januar) 18,2°, im wärmsten Monat (August) 19,7°, das Jahresmittel 19,2°. Die recht hohe Niederschlagsmenge (Jahressumme aus 26jähriger Beobachtung 1816 mm) verteilt sich in folgender Weise (von Januar bis Dezember): 57, 45, 71, 171, 248, 171, 122, 148, 181, 273, 236, 93.

An den Hängen der Gebirgszüge steigt der W a l d , zuletzt als Buschwald, auf 3000—3300 m hinauf. Stellenweise, besonders in den Schluchten, sind die Bäume reich mit Epiphyten, besonders Bromeliaceen, besetzt. Gegen die Waldgrenze erreicht der Bewuchs mit epiphytischen Moosen und Flechten oft eine erstaunliche Üppigkeit. – Ein einziges Gehölz, die Rosacee *Polylepis sericea,* lässt an geschützten Stellen die Waldgrenze weit hinter sich; so findet sich zum Beispiel unterhalb des Pico Espejo südsüdöstlich Mérida in einer Höhe von 4060 m in einer Geländemulde noch ein *Polylepis*-Wäldchen.

Oberhalb der Waldgrenze erstreckt sich, bis über 4000 m, also fast bis zur Schneegrenze hinauf, eine der eigentümlichsten Pflanzenformationen Südamerikas, die P á r a m o s (Taf. II, 4). Mit dem Wort Páramo bezeichnen die Andenbewohner das unwirtliche Ödland oberhalb des Waldgürtels. Die Charakterpflanzen dieser von SCHIMPER den Steppen zugeordneten Formation sind die «freilejones», stattliche Kompositen mit halbmeterlangen, beiderseits weissfilzigen Blättern und goldgelben Blütenknöpfen, den Gattungen *Espeletia* und *Culcitium* angehörend. Bei manchen Arten sitzen die Blattrosetten unmittelbar dem Boden auf, bei anderen auf einem niedrigen, mit den Stümpfen der alten Blätter dicht bedeckten Stamm (siehe GOEBEL, Taf. X und XI). Letztere finden ein auffallendes Analogon in den «Wollblatt-Schopfbäumen» der *Senecio*-Arten des Kilimandscharo in Ostafrika und bis zu einem gewissen Grade auch in der *Anaphalis javanica* auf den Bergen von Java (vgl. Abbildungen bei HERZOG 1933, SCHIMPER 1908, C. TROLL 1958, WEBER 1958). Alle genannten Gattungen gehören zu den Kompositen.

Die Kompositen sind überhaupt die am stärksten vertretene Pflanzenfamilie in den Páramos: *Gynoxys, Gnaphalium, Senecio, Hinterhubera, Lepidophyllum, Baccharis,* um nur die wichtigsten Gattungen zu nennen. *Hinterhubera imbricata* und *Senecio imbricatifolius* fand ich noch in 4210 m Höhe. Von weiteren Charaktergewächsen seien noch genannt: Das Gras *Aciachne pulvinata,* welches sehr kompakte Polster bildet; die Umbellifere *Ottoa oenanthioides,* deren Blätter denen unserer Zwiebel gleichen; die Melastomacee *Chaetolepis Lindeniana,* übersät mit kleinen rosa Blüten (VARESCHI nannte sie die «Alpenrose der Anden»); *Hypericum laricifolium* mit nadelförmigen Blättern; die Farngattungen *Jamesonia, Cheilanthes, Elaphoglossum* in jeweils mehreren Arten mit reduzierter, beschuppter oder behaarter Spreite usw.

Überblicken wir alle diese Pflanzengestalten, so fällt der ausgeprochene

xeromorphe Habitus auf, der ihnen aufgeprägt ist: starke Behaarung (alle Kompositen und Farne), reduzierte Blattfläche (Kompositen, *Ottoa, Chaetolepis, Hypericum,* Farne), imbrikate Beblätterung (*Lepidophyllum, Hinterhubera imbricata, Senecio imbricatifolius, Jamesonia*), Rollblätter (*Aciachne, Jamesonia, Cheilanthes*), Polsterwuchs (*Aciachne*).

Die Behaarung nimmt bei *Espeletia* eine geradezu extreme Form an. Ober- und Unterseite sind von einem Haarfilz bedeckt, der die Dicke der Blattspreite um ein Vielfaches übertrifft und bereits unter der Lupe eine Schichtung erkennen lässt. Diese kommt dadurch zustande, dass die einfachen, unverzweigten, sehr englumigen Haare drei flache Schraubenwindungen machen, und zwar alle Haare in gleicher Höhe. Dadurch entsteht sowohl auf der Blattoberseite wie auf der Unterseite eine völlig ruhige Luftschicht, welche die Transpiration stark herabsetzt. Der Haarfilz ist, wie GOEBEL gezeigt hat, unbenetzbar. – Auch die meisten anderen Kompositen der Páramos weisen eine mehr oder weniger dichte Behaarung auf. Unter den Farnen erreicht *Jamesonia,* eine in den Páramos Mittel- und Südamerikas heimische Gattung, deren acht Arten den gleichen Aufbau zeigen, die höchste Xeromorphie. Aus einem etwas ansteigenden, dünnen Rhizom erheben sich senkrecht die stabförmigen, je nach der Art 20—70 cm langen Wedel. An der drahtartigen Rhachis sitzen zwei Reihen nierenförmiger, fast horizontal gestellter Fiedern so dicht übereinander «wie die Münzen in einer Geldrolle» (GOEBEL). Bei den meisten Arten tragen die Fiedern ein Kleid aus langen, geschlängelten Haaren, das bei *Jamesonia cinnamomea, canescens* und *nivea* so dicht ist, dass man von den Fiedern kaum mehr etwas sieht. CHRIST vergleicht die letztgenannte Art mit «einem *Cereus senilis* im Kleinen». Die Wedel sind an der Spitze bischofsstabartig eingerollt und mehr-, wahrscheinlich sogar vieljährig. Dass dieser höchst eigentümliche Bau, der von dem kleinen *Polypodium (Ctenopteris) moniliforme* bis zu einem gewissen Grade gleichsam nachgeahmt wird, die Transpiration stark herabsetzt, liegt auf der Hand.

Der ausgesprochen xeromorphe Habitus aller Páramo-Gewächse ist verursacht durch das Klima dieser Gebiete. Die Niederschlagsmenge liegt beträchtlich unter derjenigen von Mérida (s. o.). Auf dem Páramo de Mucuchies (4100 m) fallen nach 5jähriger Beobachtung (GONZALEZ) im Jahre 681 mm Niederschläge, deren Verteilung über das Jahr (Januar–Dezember) deutlich eine Trockenzeit erkennen lässt: 7, 5, 24, 105, 108, 143, 99, 70, 74, 15, 32, 9. Die Zahl der Regentage ist sehr gross, aber die Niederschläge fallen meist nur als feiner Sprühregen, der in jeder Jahreszeit in Schnee übergehen kann. Die Temperatur[8] liegt im allgemeinen zwischen 0° und 12°, aber oft kann sie innerhalb weniger Stunden bis zu 20° schwanken! Der Boden ist zwar vielfach nass (Sümpfe und kleine Lagunen dürfen wir sogar als Kennzeichen der Páramos ansprechen), aber stets kalt, was für die Pflanzen eine erschwerte Wasseraufnahme bedeutet. Wesentliche klimatische Merkmale der Páramos, die jeder

[8] Leider liegen noch keine laufenden Temperaturmessungen aus den Páramos vor, sondern nur Einzelmessungen, welche Forschungsreisende angestellt haben. Angaben über relative Feuchtigkeit und über Strahlung fehlen völlig. Die Errichtung einer Páramo-Station wäre dringend geboten!

Reisende zu spüren bekommt, sind die heftigen Winde, ja oft Stürme, vielleicht die wesentlichste Ursache des xerophytischen Charakters der Vegetation.

Die Anden von Venezuela besitzen – vom Pico Bolívar und Pico Humboldt abgesehen – keine so markanten Gipfel wie unsere Alpen. SIEVERTS sagt treffend: «Schroffe Formen sind sehr selten; an ihre Stelle tritt das Runde, Abgeschliffene, Ausgeglichene; doch auch dieses ist in seinen kolossalen Dimensionen grossartig und packend.» Der Botaniker vermisst zwar in den Anden die blumenreichen Matten unserer Alpen, aber er wird überreich entschädigt durch das Erlebnis, das ihm die Páramo-Vegetation gewährt.

Die Natur der Tropen, die jeden Europäer, der ihr erstmals gegenübersteht, aufs stärkste beeindruckt, hat ALEXANDER VON HUMBOLDT in seiner «Reise in die Äquinoktialgegenden» ebenso treffend wie lebendig geschildert. Dies hat bereits CHARLES DARWIN bezeugt, als er 1832, anderthalb Monate nach seiner Ankunft in Brasilien, an seinen Lehrer HENSLOW schrieb: «Hier sah ich zuerst einen tropischen Wald in all seiner erhabenen Grossartigkeit ... Ich habe niemals ein so intensives Entzücken erfahren. Ich bewunderte früher HUMBOLDT, jetzt bete ich ihn beinahe an; er allein gibt irgend einen Begriff von den Empfindungen, welche in der Seele erregt werden, beim ersten Betreten der Tropen.» Unübersehbar erscheint die Zahl der Pflanzengestalten, denen wir in den Tropen begegnen; manche kennen wir aus unseren Büchern, die meisten erscheinen uns neu. Ein reiches Beobachtungsmaterial bringen wir heim. Aber ebenso hoch dürfen wir das innere Erleben veranschlagen, wie es bereits DARWIN tat: «Man kann leicht die einzelnen Gegenstände nennen, die unser Staunen in diesem grossartigen Gemälde erwecken, aber nichts kann eine hinreichende Vorstellung von den höheren Gefühlen der Bewunderung, des Erstaunens und der Andacht geben, die unsere Seele erfüllen und erheben.»

Literatur

BEEBE, W., Rancho Grande. Wien 1952.

BEEBE, W., e J. CRANE, Ecologia del Rancho Grande, una selva nublada en el Norte de Venezuela. Boletin de la Sociedad Venez. de Ciencias naturales. Nr. 73, 217—258. 1948.

BÜNNING, E., Der tropische Regenwald. Berlin, Göttingen, Heidelberg 1956.

BÜRGER, O., Reisen eines Naturforschers im tropischen Südamerika. 2. Aufl. Leipzig 1919.

CHRIST, H., Geographie der Farne. Jena 1910.

DARWIN, Ch., Reise eines Naturforschers um die Welt. Deutsch von J. V. CARUS. Stuttgart 1899.

«ELATA», Expédition de S. M. Leopold III au Territoire d'Amazonie. Brüssel 1956.

GOEBEL, K., Pflanzenbiologische Schilderungen. Marburg 1889—1893.

GONZALEZ, E., Datos detallados de climatologia de Venezuela. Ministerio Sanidad, Public. de la division de Malariologia. Nr. 8. Caracas 1948.

GRELIER, J., Zu den Quellen des Orinoko. Leipzig 1956.

HERZOG, Th., Pflanzengeographie. Potsdam 1933.

HUECK, K., Las regiones forestales de Sur América. Instituto forestal Latino-Americano (Mérida), Bol. Nr. 2, 1—40. Mérida 1957.

HUMBOLDT, A. VON, Reise in die Äquinoctialgegenden des neuen Continents. Deutsch v. H. HAUFF. Stuttgart 1861/62.

— Ansichten der Natur. Stuttgart 1877.

KRIEG, H., Zwischen Anden und Atlantik. München 1948.
LARSEN, H., und M. PELLATON, Einbäume unter Lianen. Zürich und Stuttgart 1958.
LASSER, T., und V. VARESCHI, La vegetación de los médanos de Coro. Bol. de la Sociedad Venezol. de Ciencias natur. *17*, 223—272. Caracas 1957.
MÄGDEFRAU, K., Die «Hängemoose» des venezolanischen Nebelwaldes. Flora *149* (1960).
MÄGDEFRAU K., und A. WUTZ, Leichthölzer und Tonnenstämme in Schwarzwassergebieten und Dornbuschwäldern Südamerikas. Forstwissensch. Centralbl. *79*, 1960.
PITTIER, H., T. LASSER, L. SCHNEE, Z. LUCES, V. BADILLO, Catalogo de la flora Venezolana. I—II. Caracas 1945, 1947.
RICHARDS, P. W., The tropical rain forest. Cambridge 1952.
RÖHL, E., Fauna descriptiva de Venezuela. Caracas 1942.
SACHS, C., Aus den Llanos. Leipzig 1879.
SCHIMPER, A. F. W., Die Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Ameisen im tropischen Amerika. SCHIMPER's Botan. Mitteil. a. d. Tropen. Bd. 1. Jena 1888.
— Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. 2. Auflage. Jena 1908.
SCHÄFER, E., Ebullient Venezuela. Brüssel 1956.
SCHENCK, H., Beiträge zur Biologie und Anatomie der Lianen. SCHIMPER's Botan. Mitteil. a. d. Tropen. Bd. 4/5. Jena 1892/93.
SICK, H., Tukani. Unter Tieren und Indianern Zentralbrasiliens. Hamburg und Berlin 1957.
SIEVERS, W., Venezuela. Hamburg 1888.
SPRUCE, R., Notes of a botanist on the Amazon and Andes. London 1908.
TROLL, C., Zur Physiognomik der Tropengewächse. Jahresber. d. Ges. d. Freunde u. Förderer d. Univ. Bonn, für 1958, 1—75. Bonn 1959.
TROLL, W., und DRAGENDORF, O., Über die Luftwurzeln von Sonneratia und ihre biologische Bedeutung. Planta 13, 311—473. 1931.
VARESCHI, V., Pflanzengeographische Grundlagen. Ergebnisse der Dtsch. limnolog. Venezuela-Expedition 1952, *1*, 23—56. Berlin 1956.
— Geschichtslose Ufer. Auf den Spuren Humboldts am Orinoco. München 1959.
WEBER, H., Die Páramos von Costa Rica. Abhandl. d. Akad. d. Wissensch. u. Lit. Mainz, math.-nat. Kl., Jahrg. 1958, Nr. 3. Wiesbaden 1958.
ZERRIES, O., Verlauf und vorläufige Ergebnisse der Frobenius-Expedition 1954/55 nach Süd-Venezuela. Paideuma *6*, 181—187. 1956.
— Kultur im Übergang. – Die Waika-Indianer am oberen Orinoko. Umschau *58*, 177—180. 1958.