

## VI. Bau und Geschichte des Stromsystemes<sup>96)</sup>.

Das Orinocobecken besteht im geologischen Sinne aus drei ganz verschiedenen Elementen:

1. dem Hochlande von Guayana,
2. den Cordilleren von Bogotá und Merida, sowie dem karibischen Gebirge,
3. den Llanos.

Das älteste dieser Elemente ist das Hochland von Guayana. Es besteht weniger aus geschlossenen Ketten als aus locker aneinandergereihten Bergen von einer 3000 m wohl nicht übersteigenden Höhe. Das gesammte Bergland kann man in zwei durch mittlere Höhe, sowie durch Richtung der Bergreihen und Flüsse unterschiedene Hauptabschnitte einteilen: in das eigentliche Hochland, welches dem venezolanischen Guayana entspricht und das östliche Guayana, wo die drei europäischen Colonien liegen. Diese Teile werden ungefähr durch das Essequibothal begrenzt.

Das westliche Guayana (Hochland) ist:

1. von grösserer Meereshöhe als das östliche,
2. seine Bergreihen scheinen vielfach die Richtung NW.—SO. zu haben; im Norden, am Orinoco, streichen sie nach Sievers' Beobachtungen (1893) aber ost-westlich<sup>97)</sup>.
3. Die Flüsse strömen von SO. gegen NW.: Caroní, Caura, Aro, Cuchivero, (Caronitypus) oder in der Richtung von NO. gegen SW.: Ventuari, Sipapo, Cunucunuma, Yao, Padamo, (Ventuaritypus).

Das östliche Guayana hat:

1. geringere mittlere Höhe,
2. die Bergreihen streichen ost-westlich,
3. die Flüsse strömen von S. nach N. oder senkrecht zu dieser Richtung, parallel dem Streichen der Berge. (Nebenflüsse).
4. Der Untergrund ist in ost-westlich streichende Falten gelegt.

Wie schon erwähnt, setzt sich nach den Untersuchungen von Sievers die ostwestliche Streichrichtung der Berge (und Schichten) auch jenseits des Caroní noch längs des Orinoco gegen Westen fort<sup>97)</sup>.

<sup>96)</sup> Hierzu vgl. m.: Sness, *Antlitz der Erde*, Prag und Leipzig 1885; Peschel, *Physische Erdkunde* (bs. Bd. II. S. 369 ff.); Neumayr, *Erdgeschichte*, Leipzig 1887; Penck, *Morphologie der Erdoberfläche*, Stuttgart 1894; Credner sowie Kayser, *Geologie etc.*; v. Richthofen, *Führer für Forschungsreisende*, Berlin 1886.

<sup>97)</sup> nach mündlicher Mitteilung.

An der Südgrenze beider Teile ist der Abfall viel steiler als im Norden; die Flüsse des Südabhanges eilen in kurzem Laufe zum Sammelstrom hinab; im Westen erfolgt rascher Abfall gegen das Uraricoerathal, im Osten gegen den Amazonas.

In geologischer Beziehung bildet jedoch das gesammte Bergland eine Einheit, die Unterschiede von Westen und Osten sind mehr sekundärer Natur.

Bekanntlich ist das ganze Hochland ein altes Massiv (Supan)<sup>98)</sup>, ein Rumpfgebirge, (v. Richthofen)<sup>99)</sup> aus archaischen anscheinend schon vor dem Silur gefalteten Schichten, (Granit, Gneis, Hornblendeschiefer etc. sowie Diabasen); durch eine grossartige Meerestransgression wurde das alte Faltungsgebirge in eine Abrasionsfläche umgewandelt und sodann mit marinen Sedimenten, Sandsteinschichten, überlagert, welche jetzt grösstenteils wieder demdirt worden, z. T. aber in Form gewaltiger Sandsteinklötze, wie Roraima, vielleicht auch Duida etc., erhalten geblieben sind.

Bezüglich der Zeit der Transgression lässt sich eine ganz sichere Entscheidung bis jetzt nicht treffen, weil in den Sandsteinschichten Fossilien noch nicht gefunden worden sind; mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit kann man sie in die Kreideperiode verlegen (m. vgl. unten), in Einklang mit der Tatsache, dass die grösste bekannte Transgression in der Kreide stattgefunden hat.

Südlich des Massivs von Guayana dehnt sich die grosse Mulde des Amazonasbeckens, jenseits welcher das brasilianische Massiv lagert; sollte die ganze Scholle des Ostens in früheren Erdperioden gemeinsame Schicksale gehabt haben, so wären, da nachgewiesenermassen im brasilianischen Massiv und auch nördlich des Amazonas mesozoische Schichten grösstenteils auf paläozoischen liegen, auch in Guayana unter mesozoischen paläozoische Ablagerungen zu erwarten.

Es bleibt fraglich, ob man noch weiter gehen, und eine zweifelhafte Mitteilung Chapers<sup>100)</sup> hierher rechnen darf, welche ein Vorkommen von Carbon und Perm im nördlichen Venezuela (Naricual bei Barcelona) behauptet. Da in den Falten des Karibi-

---

<sup>98)</sup> v. Richthofen, a. a. O.

<sup>99)</sup> Supan, Physische Erdkunde, Leipzig 1884.

<sup>100)</sup> Geogr. Jahrbuch von H. Wagner, Gotha. Bd. 14 S. 139 und 15 S. 248.

sehen Gebirges Kreideschichten emporgeschoben sind, denjenigen vermutlich entsprechend, welche auf dem Massiv von Guayana ungestört auflagern, könnte man nördlich vom cretaceischen Saume des Karibischen Gebirges ein Vorkommen paläozoischer Schichten erwarten. Chapers Mitteilung hat jedoch noch keine Bestätigung gefunden.

Das Amazonasbecken ist ein alter Einbruch in der grossen Scholle des Ostens von Südamerika; wie der Inhalt dieser Mulde zeigt, bestand sie schon im paläozoischen Zeitalter.

Der Gegensatz zwischen dem Osten und Westen von Guayana kann durch einen grossen, dem Essequibo Becken entsprechenden Bruch z. T. erklärt werden; nachdem der Osten an diesem meridionalen Bruche abgesunken war, scheinen noch äquatorial laufende Brüche gegen das Amazonasbecken hin stattgefunden zu haben, z. B. in der Linie des Uraricoerathales, welches sich im Tacutu- und Rupununi-Thal anscheinend gegen den Essequibo fortsetzt.

Nach diesen Vorstellungen sollte man erwarten, \*auf der gegen SO. ansteigenden, nicht abgesunkenen westlichen Scholle in ihrem südöstlichen Teile den höchsten Punkt des ganzen Berglandes vorzufinden. (Roraima).

Auch die verschiedene Ausdehnung der Teile gegen Süden liesse sich aus diesen Voraussetzungen erklären.

Von Westguayana, das für das System des Orinoco in Betracht kommt, kennt man jedoch nur die äussersten Grenzgebiete etwas genauer; im Westen und Norden vom Orinoco aus, im Süden und Osten durch die Reisen der Gebrüder Schomburgk und der Grenzkommission.

Ziemlich ausser Frage ist die Existenz der grossen Orinocokette im Westen (vom Duida bis zum Pik Uniana), weil sie in ihrer ganzen Erstreckung vom Orinoco aus gesehen, wenn auch kaum besucht worden ist. Ueber das, was dahinter gegen Osten liegt, hat man nur mangelhafte Vorstellungen und Vermutungen. Die Zeichnung auf Codazzi's Karte wird kaum den wahren Sachverhalt wiedergeben, wie beispielsweise aus der Form der Sa. Malignalida hervorgehen dürfte; es ist einfach eine hypothetische Wasserscheide als Gebirge dargestellt.

Die Orinocokette beginnt im Süden mit dem Duida, vielleicht schon der Sa. Guahariba, zieht gegen NW., wird zwischen Cerro de Nevia und Yamari vom Ventuari durchbrochen und setzt sich über den Cerro Cunavano, hier vom Sipapo durchquert, bis zum

Pik Uniana fort. Auch Padamo, Cunucunuma, Yao scheinen diese Kette zu durchbrechen. Anscheinend als Rest einer fast ganz denudirten Bergreihe sind der Orinocokette Cerro Yapacana und Cerros Siquita vorgelagert.

Die Sa. Pacaraima, nördlich vom Uraricoerabecken, ist weniger eine Kette, als eine lockere Aufeinanderfolge von Bergen und Berggruppen; in ihren einzelnen Teilen trägt sie verschiedene Namen. (Sa. Ariwana, Sa. Maritani etc.)

Schon im Hinblick auf den Umstand, dass das Hochland ein altes mit Sedimenten überlagertes Massiv ist, kann man bei seinen Flüssen epigenetische Thalbildung erwarten.

Da solche Täler auf Abrasionsflächen meistens Querthäler darstellen<sup>101)</sup>, könnte nach den gegebenen Flussrichtungen des Hochlandes vermutungsweise geschlossen werden, dass die alten Falten im Allgemeinen vielleicht so streichen mögen, wie die durch das Orinocothal angedeutete Grenze des Hochlandes, also im Westen von SO. gegen NW., im Norden und Nordosten von W. gegen O.; tatsächlich scheinen nicht nur die Täler des Caroni-Typus, sondern auch die des Ventuari-Typus Querthäler zu sein, zwischen beiden Richtungen bildet den Uebergang das Thal des Suapure. Diese Annahme steht im Einklang sowohl mit der Richtung<sup>102)</sup> der Orinocokette, als auch mit dem durch Sievers festgestellten ostwestlichen Streichen der Berge und alten Falten am mittleren und unteren Orinoco. Mit dieser Auffassung würde auch stimmen, dass die jüngeren Faltungen der Anden und des Karibischen Gebirges ein ähnliches Umschwenken der Faltungsrichtung darstellen; denn jüngere Faltungsgebirge verlaufen häufig den älteren parallel.

Das anscheinend widersprechende Verhalten der Berge von Encaramada etc. liesse sich durch ein hier besonders intensives Einschneiden des Orinoco in das Hochland erklären. (m. vgl. unten). Auf weitere Erörterungen muss bei dem jetzigen Stand der Forschung verzichtet werden.

Nimmt man für die Transgression cretaceisches Alter an, so müssen die Flüsse des Hochlandes am Anfange der Tertiärzeit oder schon Ende der Kreideperiode entstanden sein. Als das Meer die mit Sedimenten überlagerte Abrasionsfläche verliess, bestimmte

<sup>101)</sup> m. vgl. v. Richthofen, a. a. O.

<sup>102)</sup> soweit diese nicht in Horstbildung, bezw. Bruchlinien, begründet sein sollte, worüber genauere Untersuchungen entscheiden müssen.

nur das Gefäll die Stromgestaltung; dieses muss im Norden gegen NW., im Westen gegen SW. gerichtet gewesen sein; allmählich kam infolge der Abtragung der Sedimente die archaische Unterlage zum Vorschein; die Ströme behielten ihre Thalrichtungen bei und schnitten quer zum Faltenbau hindurch, wo dieser quer in ihrer Richtung lag, sie folgten ihm, wo beide Richtungen zufällig parallel waren.

Die Durchbrechung der Orinocokette könnte man aber auch durch rückschreitende Erosion erklären wollen, (an welche man bei den langgedehnten Strömen des Caronitypus wohl kaum denken wird); zu Ungunsten dieser Annahme spricht jedoch der Umstand, dass die Westabhänge der Orinocokette im Regenschatten gelegen sind. Dies lässt sich nach der Dürftigkeit der Vegetation in dieser Gegend schon vermuten; beweisen lässt sich die Lage des Regenschattens an dieser Seite aus dem Umstand, dass: der Nordostpassat nur die Ostseite der Orinocokette trifft, der Südostpassat, welcher ebenfalls einen Teil des Jahres hierhergelangt, mehr der Ost- als der Westseite zu Gute kommt und die Zenithalregen der Calmen beide Seiten gleichmässig treffen, also die Begünstigung der Ostseite nicht aufzuheben vermögen.

Umgekehrt kann daraus, dass die Ostseite der Berge im Hochlande Regenseite ist, vielleicht erklärt werden, dass Caura und Caroní (ebenso der Essequibo) an ihrer linken Seite mit Nebenflüssen in Zahl und Grösse begünstigt erscheinen (Caroní: Paragua; Caura: Erevato). Die Existenz von Paragua und Erevato macht es weiter begreiflich, dass nicht vier annähernd gleich grosse Parallelströme vorhanden sind, sondern zwei grosse (Caroní, Caura), mit zwei kleinen (Cuchivero, Aro) abwechseln: der obere Teil des Gebietes, das eigentlich dem Aro-Piña zukäme, ist vom Paragua eingenommen, der Caroní hat gewissermassen den Oberlauf des Aro an sich gerissen; ähnlich scheinen sich Cuchivero und Erevato zu verhalten, jedoch dürfte auch der Ventuari die Entwicklung des Cuchivero gehindert haben.

Eine besondere Hervorhebung erfordert noch der Parallelismus im Unterlaufe von Caura und Caroní, darin bestehend, dass beide etwas oberhalb ihrer Mündung in den Orinoco gegen NO. umbiegen; lägen diese Thalstrecken in Schwemmland, so wäre die Erklärung einfach durch die bekannte Wanderung der Nebenflussmündungen mit dem Hauptstrome gegeben; wie aber das Auftreten grosser Cataracte auf diesen Strecken beweist, findet die Um-

biegung im Bergland statt; es muss hier also eine andere Ursache gewirkt haben. Abgesehen vom Bär'schen Gesetz kann an epigenetische Thalbildung gedacht werden; die Begünstigung der linken Thalseite durch Regen mag von Einfluss gewesen sein: durch das Vorwiegen der Schuttkegel auf der linken Seite konnten diese Ströme mehr und mehr gegen ihre rechte Thalseite geschoben und zu immer stärkerer Abweichung gegen Osten gezwungen werden.

2. Den zweitältesten Bestandteil des Orinocobeckens stellen die Randgebirge der Anden und das Karibische Gebirge dar.

Die Cordillera oriental<sup>103)</sup> legt sich im südlichen Colombia allmählig an die Ostseite der Anden an; nördlich von 2,5° N. gehört ihr Ostfuss zum Orinocobecken. Gegen N. nimmt die Ostcordillere an Breite zu und löst sich in mehrere Ketten auf; der bedeutendste östliche Arm ist die Cordillere von Merida, welche an der Senke des Yaracui endigt. Die Ostcordillere besteht vorwiegend aus Schichten der Kreideformation; es ist ein Faltungsgebirge vom Typus des Schweizer Jura, mit vielen Längsthälern, zu welchem am Ostabhange Querthäler kommen.

Die Cordillere von Merida<sup>104)</sup> ist in der Hauptachse aus Granit, Gneis, krystallinischen Schiefen, in den Randketten aus Sandsteinen, Conglomeraten und Kalksteinen der Kreide, sowie aus Tertiär gebildet.

Das Karibische Gebirge<sup>105)</sup> besteht aus zwei parallelen Ketten, der Küsten- und der Binnen-Kette; die Serrania del interior enthält neben archaischen Gesteinen auch Schichten der Kreide. Mehrere grosse quere Bruchsenkungen zerteilen das Gebirge, z. B. die Senke von Barcelona und der Drachenschlund; durch letzteren Querbruch wurde die Insel Trinidad vom Festlande getrennt.

Die erwähnten Gebirge erfuhren ihre letzte Faltung erst nach der Kreidezeit im Laufe des Tertiär, wie die Aufrichtung der betreffenden Schichten beweist.

Auffallend ist der Parallelismus zwischen dem Zuge dieser Faltungen und den Grenzen des alten Massivs von Guayana, so dass sich zwischen beiden die Llanos wie ein breiter Strom mit

<sup>103)</sup> Hettner, P. M. Ergänzungsheft 104.

<sup>104)</sup> Sievers, die Cordillere von Merida. Wien 1888.

<sup>105)</sup> Sievers, ebenda.

parallelen Ufern erstrecken; der Ecke von Caicara entspricht die Senke des Yaracui. Solche Beziehung dürfte kaum zufällig sein; das alte Massiv hat anscheinend auf die Richtung der jüngeren Faltungen in der Umgebung Einfluss geübt.

Sieht man die Gebirgsbildung als Folge des Verkleinerungsstrebens der sich zusammenziehenden Erdrinde an, so kann die neue Faltung als Compensation für die Starrheit des nicht verkleinerungsfähigen alten Massivs aufgefasst werden, dem die sich faltenden Erdrindenteile zugleich ausweichen mussten.

Aus dieser dem Zusammenschub Widerstand leistenden Festigkeit der alten Scholle könnte man sogar die Existenz einer dritten Cordillere als Compensation erklären; denn durch drei Ketten konnte stärkerer Zusammenschub erzielt werden, als durch eine oder zwei.

3. Das jüngste Element im Orinocobecken, die Llanos dehnen sich, im Osten 200 km im Westen am Guaviare gegen 600 km breit, zwischen dem Hochlande und den Faltungsgebirgen aus. Die Llanos sind der Boden eines tertiären Meeres, welcher von diluvialen und alluvialen Schutt überlagert ist; unter dem Tertiär hat man Kreide zu vermuten, da sie an den umgrenzenden Faltungsgebirgen zum Vorschein kommt, unter dieser wiederum archaische Gesteine (und paläozoische?).

Die Mesas der Llanos stellen das ursprüngliche Niveau des ringsum durch die Arbeit der Gewässer tiefergelegten Bodens dar.

Ueber die Geschichte des Orinocobeckens lässt sich hiernach Folgendes sagen: Im archaischen Zeitalter war der grösste Teil des Gebietes von einem hohen Faltungsgebirge eingenommen; auch in der paläozoischen Periode bestand vermutlich hier ein Festland (?); am Ende der mesozoischen Zeit, in der Kreide, erfolgte eine grossartige Meerestransgression, welche das alte Faltungsgebirge abradierte, so dass während der Kreide der ganze Raum des Orinocobeckens vom Meere überflutet war. Gegen Ende der Kreidezeit zog sich das Meer zurück, die mit Sedimenten bedeckte Abrasionsfläche des Massivs von Guayana erhob sich aus dem Wasser, die Falten der Cordillera oriental und des Karibischen Gebirges wuchsen in Gestalt von Inseln allmählich aus dem Llanosmeer empor. Von diesen Faltungsgebirgen wurden gewaltige Schuttmassen in das nicht allzutiefe Llanos-Meer herabgeführt, besonders massenhaft vielleicht in der Glacialperiode. Im Laufe

des Tertiär und Quartär wurde so dieses Meer ausgefüllt, zunächst natürlich am nördlichen und westlichen Rande; am Hochlande von Guayana mussten die tiefsten Stellen übrig bleiben, die am längsten Meer blieben, dann zunächst allmählich zu Süßwasserseen wurden.

Erst im Verlaufe des Diluviums, viel später als die Flüsse des Hochlandes, konnten die andinen Ströme ausgebildet sein; ganz zuletzt, vielleicht am Ende des Diluviums, entstand als jüngstes Element des Stromsystemes der Sammelstrom, der Orinoco.

Die Form der grossen andinen Ströme des Westens, (Guaviare, Meta, Arauca, Apure) erscheint leicht verständlich: ihr gleichmässig von Westen nach Osten gerichteter Lauf ist dadurch bedingt, dass der Boden von den Anden gegen Osten allmählich abfällt und als Schuttland von gleichartiger Beschaffenheit ist; offenbar wurde der Gebirgsschutt am mächtigsten am Fusse der Cordillere aufgehäuft und in immer abnehmender Masse gegen Osten transportiert, wozu noch kommen kann, dass anscheinend, gewissermassen als Fernwirkung der Faltung, der Untergrund gegen die Anden ansteigt.

Nach dem Typus der andinen Ströme sind auch Vichada und Inirida gebaut, die nicht von den Anden entspringen, sondern von einer diesen vorgelagerten Bodenschwelle.

Alle diese Ströme (ausgenommen der untere Apure) fliessen übrigens nicht genau gegen O., sondern sämtlich gegen ONO., so dass sie mit dem Orinoco einen gegen S. offenen spitzen Winkel bilden; es erklärt sich diese Erscheinung wohl aus der Wanderung der Nebenflussmündungen mit dem Hauptstrome, sowie einer leichten Senkung der ganzen Ebene gegen N.

Analoge Gefällsverhältnisse wie in den Llanos des Westens mögen ursprünglich in den Llanos des Nordens vorhanden gewesen sein, also ein von N. gegen S. gerichtetes Gefäll; doch sind hier bedeutende secundäre Veränderungen eingetreten.

Die Grenze der beiden Haupt-Gefällsrichtungen, (von W. gegen O. in den Llanos des Westens und von N. nach S. in den Llanos des Nordens) wird durch die Cojedes-Portugueza-Linie gegeben, gegen welche hin das Terrain sowohl von NO. als von NW. her abfällt, wie die Richtung der Portuguezazuflüsse erkennen lässt; durch diese Linie ist auch die Richtung des unteren Apure (gegen OSO.) bestimmt. Eine Störung der Regelmässigkeit tritt bei den nördlichen Llanos dadurch ein, dass der Unare

gegen S. tief in das Orinocobecken eingreift. Diese Erscheinung lässt sich aus geologischen Vorgängen erklären: Im Gebiete des Unare, der Bruchsenkung von Barcelona, ist die Küstenkette in's Meer gesunken, die Binnenkette bedeutend erniedrigt; dem Unare wurde es hierdurch ermöglicht, in rückschreitender Erosion die Binnenkette zu durchsägen und sich in die Llanos zu verbreiten. Durch die Grösse des Unare ist natürlich wieder die Kleinheit von Rio Suata, R. Pao etc., bedingt; diese Flüsse mussten im Kampfe mit dem Unare erliegen, da ihm zu Statten kam, dass er auf der Regenseite arbeitete. Die Entwicklung so grosser Ströme wie im Westen wird natürlich durch die Schmalheit der nördlichen Llanos überhaupt verhindert; dazu kommt, dass der Nordostpassat an dem Südatnachhang des Karibischen Gebirges, der ihm fast abgewendet ist, geringere Wassermengen niederschlägt, als an der Cordillera oriental.

Bezüglich der noch übrigen Llanosflüsse ist wenig zu bemerken: Rio morichal largo und Rio Tigre entstehen an der Mesa von Guanipa und verraten den allmähigen Abfall des Terrains östlich von dieser Mesa gegen das Delta hin.

Rio Imataca und Rio Aguirre vereinigen die Charaktere, welche den Flusstypus des östlichen Guayana bezeichnen; ihr Oberlauf ist dem Streichen der Berge parallel, ihr Unterlauf quer dazu gegen Norden gerichtet. Gleicher Art ist auch der Barima, den man wegen seiner Ausmündung in die Boca de Navios noch zum Orinoco rechnen kann; dass sein Unterlauf gegen W., nicht gegen N., gerichtet ist, erklärt sich aus der mächtigen Sedimentablagerung an der Küste, welche in Verbindung mit der nordwestlich laufenden Küstenströmung seinen Unterlauf gegen W. gedrängt hat.

Die Ströme der Anden und Llanos, obwohl jünger als die des Hochlandes, sind doch freier von Stromschnellen als letztere, weil sie in wenig widerstehendem Material, überwiegend in lockerem Geröllschutt, ihr Bett ausgegraben haben, während letztere auf harter granitischer Unterlage arbeiten, die sie trotz längerer Arbeitszeit noch nicht zur Herstellung eines gleichmässigen Gefälles kommen liess.

Es erübrigt noch die Betrachtung des Orinoco selbst.

In Chaffanjons Skizze erkennt man eine auf eine längere Strecke gleichmässige Flussrichtung zuerst vom Cerro Mora an; von hier bis Esmeralda fliesst der Strom gegen NW.; der gleichen

Richtung begegnet man vom Cerro Caricha bis zum Ventuaridelta; unter sich parallel sind ferner die gegen WSW. gerichteten Thalstrecken Esmeralda bis Cerro Caricha, Ventuaridelta bis Guaviare-mündung. Erstere Richtung würde im Hinblick auf das Streichen der Orinocokette Längsthälern entsprechen, letztere Querthälern. Jedenfalls durchläuft der Orinoco hier nacheinander Thäler von entgegengesetzter Streichrichtung, wie man auch letztere annehmen mag.

Eine solche diagonale Stromrichtung lässt unter den vorliegenden Umständen auf epigenetische Thalbildung schliessen<sup>106</sup>).

Die Umbiegung am Ventuari mag mit dem Stosse seitens der Wassermassen dieses mächtigen Stromes zusammenhängen; die Strecke Ventuari-Guaviare stellt anscheinend die Verlängerung des Ventuarithales dar; die Deltabildung wird mit der durch den Zusammenprall von Paragna und Ventuari erzeugten Wasserstauung in Verbindung stehen.

Vom Guaviare an trägt das Orinocothal einen anderen Character; von hier beginnt der Strom am Rande des Hochlandes (m. vgl. unten) zu fließen, wobei er bis Atures-Maypures die Richtung gegen N, nach dem Durchbruch in den Cataracten sogar gegen NO. nimmt (bis Caicara); der Strom zeigt hier, gerade entgegengesetzt seinem Verhalten im Hochlande (Casiquire!), ein Drängen gegen das rechte Ufer: er arbeitet sich vom Guaviare bis zum Apure so dicht wie nur möglich an das Hochland heran, obwohl ihm dadurch mancherlei Laufschwierigkeiten entstehen. Wie z. B. die Cataracte von Maypures-Atures deutlich beweisen (Pik Uniana), hat er sich sogar in das Hochland eingeschnitten, eine Thatsache von grösster Bedeutung.

Die Llanos dachen sich, wie schon erwähnt, von den Anden her ganz gleichmässig gegen das Hochland ab; wie die Richtung der Gewässer zeigt, liegt am Rande des letzteren die Rinne maximaler Tiefe. Auffälliger Weise trennt keine entsprechende Schuttablagerung den Orinoco vom Hochlande, worüber wohl die geologische Geschichte des Orinocobeckens Aufklärung zu liefern vermag: die andinen Schuttmassen haben die Gefällsrichtung bestimmt, weil die Anden viel später als das Hochland von Guayana der Erosion ausgesetzt wurden, da sie in früherer Zeit eben noch nicht zu ihrer Höhe aufgewölbt waren; die Schuttmassen des

---

<sup>106</sup>) v. Richthofen, Führer für Forschungsreisende, S. 173; 647.

Berglandes und ihr gegen Westen gehendes Gefäll mussten also unter dem später abgelagerten andinen Schutt verhüllt werden, zumal da erstere auf dem Boden eines relativ tiefen cretaceischen Meeres abgelagert wurden, während der von den Anden kommende Schutt sich auf schon gehobenem Terrain ablagerte, in einer Flachsee und später auf trocken gelegten Boden. Zudem müssen die Anden grössere Mengen von Erosionsproducten geliefert haben, da sie höher und als Faltungsgebirg leichter zerstörbar waren als die glatte Oberfläche des Hochlandes; ferner kehren den Llanos die Anden ihre Regenseite, das Hochland seine Trockenseite zu.

Aber auch im Norden, von Apure bis fast zur Gegend des Delta, verlässt der Orinoco das Hochland nicht, sondern bleibt ihm stets zur Seite, seine Umrandung scharf markierend; wie Sievers 1892 93 am mittleren und unteren Orinoco feststellte, hat der Strom auch hier sich in das Hochland eingeschnitten; der Stromlauf liegt in einem Isoklinalthal, das aus gegen S. steil einfallenden archaischen Schichten gebildet wird.

Die auffällige Umfließung des Hochlandes versuchte Humboldt<sup>107)</sup> durch die Annahme zu erklären, dass die Grenze des alten Massivs ein früheres Continentalufer gewesen sei und einen marinen Steilabsturz von grosser Tiefe dargestellt habe, dessen Existenz (in den letzten Spuren) die Rinne des Orinocothales ihr Dasein verdanke.

Sicherlich lässt sich die Lage des Orinocothales aus geologisch entstandenen Gefällverhältnissen im Allgemeinen erklären, jedoch scheint sich das sehr intensive Einschneiden in das Hochland damit nicht gut vereinbaren zu lassen; für die Strecke Guaviare-Apure könnte man zur Erklärung letzterer Erscheinung möglicherweise an eine Wirkung der Erdrotation im Sinne des Bär'schen Gesetzes denken wollen; für die Strecke Apure-Delta können allerdings andere Momente herangezogen werden, so vor Allem der von Buff<sup>108)</sup> hervorgehobene Wind Einfluss, da der Nordostpassat einen grossen Teil des Jahres mit Stetigkeit und Kraft weht, (zur Regenzeit weht bekanntlich hier Westwind, Varines); doch ist dieser Einfluss nachgewiesenermassen

<sup>107)</sup> Bd. 4. Cap. 24. S. 32 ff. (Cotta'sche Ausgabe.)

<sup>108)</sup> Buff, Einfluss der Umdrehung der Erde auf irdische Bewegungen. Annal. Chem. Pharm. V (Suppl.-B.) 1865—66, p. 207—226.

weniger bedeutend als etwaiger der Erdrotation, da der Wind nur auf die Oberfläche wirkt. Die Erdrotation erzeugt bekanntlich<sup>109)</sup> auf der Nordhemisphäre bei Flüssen, die dem Aequator parallel strömen, eine überwiegend gegen das südliche, bei meridionalen gegen das rechte Ufer gerichtete Kraft<sup>110)</sup>, welche der bewegten Wassermasse  $m$ , der Winkelgeschwindigkeit der Erde  $\omega$ , der Strömungsgeschwindigkeit des Flusses  $v$  und dem Sinus der geographischen Breite  $\varphi$  proportional ist ( $K = 2 m \cdot \omega \cdot v \cdot \sin \varphi$ ). Eine maximale Wirkung wäre zu erwarten bei Flussläufen von der Richtung des Orinoco zwischen Meta und Apure, eine minimale auf Strecken wie der obere Orinoco (Paragua), indem sich die beiden Wirkungen der Erdrotation, Beschleunigung gegen Osten resp. gegen den Aequator, erstenfalls unterstützen, letztenfalls nahezu aufheben. Dass der Orinoco (am Nordrand des Hochlandes) in einem Isoklinalthal mit gegen S. einfallenden Schichten fließt, könnte eine Verschiebung des Stromlaufes gegen S. begünstigt haben, scheint aber zur Erklärung des ganzen Sachverhaltes nicht auszureichen, da, wenn die erste Thalanlage in der antiklinalen Region erfolgt sein sollte, (wo diese wegen der leichteren Zersetzlichkeit der auseinandergezerrten Schichten ja meistens auf Abrasionsflächen zu erfolgen pflegt), dann doch eine Kraft gewirkt haben müsste, welche den Strom aus der Antiklinale gegen S. drängte.

Ganz anders erscheint aber die Sache bei geologischer Betrachtung: Das Schuttland der Llanos dürfte sich einstmals, dem früher höheren Niveau (Mesas!) entsprechend, weiter als heutzutage über das Hochland gelagert haben; infolge allmählicher Abtragung zogen sich die Llanos aus dem Hochland zurück, der Orinoco aber blieb auf der ehemaligen Grenzlinie, fließt also jetzt innerhalb des Hochlandes; eine Bezugnahme auf die Erdrotation erscheint überflüssig.

Die oben erwähnte Rinne maximaler Tiefe setzt sich, wie aus der Richtung der Flussläufe geschlossen werden kann, nach Süden im Atabapothale fort; sie scheint noch weiter verfolgbar zu sein im Thale des Rio Negro von Maroa bis zur Uaupesmün-

---

<sup>109)</sup> Dass eine solche Kraft existiert, kann natürlich nicht bestritten werden, nur über ihre Grösse bezw. Wirkung gegenüber anderen Kräften gehen die Ansichten auseinander.

<sup>110)</sup> Penck, Morphologie der Erdoberfläche, Stuttgart 1894.

dung. Weit im Süden, jenseits der Amazonasmulde, taucht diese Linie möglicherweise am Westrand der brasilianischen Masse wieder auf, etwa dem Thale des Madeira-Guaporé (von der Benimündung an) und des Paraná-Paraguay entsprechend. Die jetzige Westküste Südamerikas würde also eine getreue Nachahmung des alten westlichen Continentalufers darstellen, wie wenn der Continent ganz gleichmässig gegen W. gewachsen wäre <sup>111)</sup>.

Der Streit, ob der Orinoco aus Guaviare oder Paragua entstehe, liesse sich hiernach in tektonischem Sinne dahin entscheiden, dass erst von San Fernando de Atabapo an das Orinocothal als eigne Bildung vorhanden ist; der Guaviare hat nicht mehr Recht als etwa der Meta oder Apure etc. für den Hauptstrom angesehen zu werden; der Paragua ist ein Hochlandsstrom, wie z. B. der Caroni, er fliesst nicht in der Rinne maximaler Tiefe, welche das Orinocothal characterisiert. In rein tektonischem Sinne erscheint als die eigentliche Fortsetzung des Orinocothales vielmehr das Atabapothal, das der Rinne grösster Tiefe, wie die Richtung des Atabapo und seiner Zuflüsse zeigt, entspricht.

Unterscheidet man streng zwischen Flüssen und Thälern, so kann man also sagen: das Guaviarethal ist Nebenthal des Atabapo (in tektonischem Sinne), aber der Atabapo ist Nebenfluss des Guaviare (in hydrographischem Sinne).

Aehnlich erledigt sich die Frage, ob das Orinocothal von Caicara an etwa als Fortsetzung des Apurethales angesehen werden dürfe. Nach dem Vorhergehenden ist dies zu verneinen, es ist nicht wahrscheinlich, dass der Apure die Richtung des Orinoco bestimmt habe; denn dazu ist seine Kraft gegenüber der gewaltigen Wassermasse des Orinoco zu gering und ausserdem biegt der Orinoco nicht direct an der Mündung des Apure gegen Osten um. Die Richtung des Apure entspricht auch gar nicht genau der des Orinoco; der Apure fliesst oberhalb seiner Mündung gegen OSO., der Orinoco hier gegen NO., bis zur Mündung des Apurito.

Einen wichtigen Beitrag zur Deutung des Orinocodelta hat Ernst <sup>112)</sup> gebracht.

Der Meinung, dass negative Strandverschiebung (nach Definition von Suess) zur Deltabildung erforderlich sei, scheint das Orinocodelta nicht zu entsprechen. Denn nachgewiesenermassen

<sup>111)</sup> m. vgl. Berghaus, Geolog. Karte von Südamerika.

<sup>112)</sup> Globus, Jahrg. 1885.

sinkt die Küste, der Golf von Paria ist ein grosser Einbruch, Trinidad war früher Festland; und doch liegt hier ein grosses Delta. Nach den Darlegungen von Ernst kann man aber behaupten, der Orinoco habe eigentlich gar kein Delta, falls man unter einem solchen ein vom Flusse durch Anschwemmung erzeugtes Landgebiet versteht.<sup>113)</sup>

Die ursprüngliche Mündung des Orinoco war allein die Boca de Navios; alle anderen Arme sind Durchbrüche durch das Festland, gebildet infolge Senkung des Festlandrandes, welcher nach zoogeographischen Thatsachen noch im Tertiär (Grenada, Tobago, Trinidad umschloss. Die Senkung begann Ende des Tertiär. Auch heute noch senkt sich anscheinend diese Gegend, womit in Einklang steht, dass der Hauptstrom hier heftig gegen das nördliche Ufer drängt und sich vom Hochlande entfernt hat.

Das von den Flussarmen umschlossene Gebiet besteht also der Hauptmasse nach nicht aus Alluvionen, sondern aus altem Festland. Denkt man sich die nördlichen Durchbrüche nicht stattgefunden, so hat man das Bild eines trichterförmigen Aestuariums (Boca de Navios) vor sich. Die oben erwähnte Theorie über Deltabildung wäre also durch das Orinocodelta nicht widerlegt, sondern vielmehr noch gestützt.

Schliesslich bleibt zu untersuchen, welche Umbildungen der Orinoco seit seinem Bestand erlitten hat.

Die auffallende Erscheinung der Bifurcation kann in letzter Linie darauf bezogen werden, dass der obere Orinoco nicht in der Rinne relativ grösster Tiefe fliesst, sondern entlang einer Fläche, die noch weiter, wie die Flussrichtungen zeigen, gegen SW. abfällt und deren Tiefenrinne von dem fremden Stromsysteme des Rio Negro erfüllt ist. Ob der Bau des Flussbettes oder ob rückschreitende Erosion die Entstehungsursache gewesen ist, dürfte schwer zu entscheiden sein; erstere Annahme hat viel für sich; zu Gunsten der Anzapfungstheorie könnte das Verhalten des Atacavi aufgeführt werden, der sich dem Orinoco in auffallender Weise genähert hat<sup>114)</sup>.

Die Theorie Chaffanjons, welche anscheinend den Hauptnachdruck auf den Durchbruch (Bau des Bodens) legt, wurde schon

---

<sup>113)</sup> m. vgl.: Credner, Die Deltas, Ergänzungsheft 56 zu Petermann's Mitteilungen; Peschel Leopoldt, Physische Erdkunde. Bd. 2, S. 403.

<sup>114)</sup> Hierzu vgl. m. Haase, P. M. 1889, S. 192 (Ueber Bifurcationen).

oben erwähnt. Für beide Theorien ist aber wesentlich, dass der Paragna auf einer gegen SW. abfallenden Fläche fliesst.

Die Flutmarken bei Maypures, Atures, Carichana, San Borja, ca. 60 m über dem jetzigen höchsten Wasserstand, lassen sich als Beweise für einstmalige Existenz von Seen und allmähliche Tieferlegung des Wasserspiegels durch Erosion deuten. Auf das frühere Vorhandensein von Seen wurde schon aus Bau und Entstehung des Orinocobeckens geschlossen; aus dem Llanos-Meer mussten an den tiefsten Stellen, am Rande des Hochlandes, Süswasserseen entstehen, welche allmählich von den Gewässern ausgefüllt, abgezapft und beseitigt wurden.

In der Glacialperiode mag das Stromsystem wasserreicher gewesen sein als jetzt; auf diese Periode könnte man vielleicht das Vorkommen der Felsblöcke beziehen, welche über die Llanos, besonders zwischen Guaviare und Meta, zerstreut sind, da zu ihrer Beförderung grössere Wasserkraft erforderlich scheint, als sie heute die dortigen Flüsse besitzen<sup>115)</sup>; der „Andengletscher“ Montoliens, welcher die ganzen Llanos überzogen haben soll, hat allerdings wohl kaum existiert; dass aber eine, resp. mehrere Perioden stark gesteigerter Niederschläge vorhanden gewesen sind, darauf deuten die in der Cordillere von Merida und Bogotá durch Sievers resp. Hettner genauer untersuchten Schotterterrassen; beide Forscher halten auch eine frühere ausgedehnte Vereisung dieser Gebirge für in hohem Grade wahrscheinlich.

---

<sup>115)</sup> Die Deutung dieser Blöcke als transportirter Gebilde ist jedoch durchaus nicht die einzig mögliche; besonders die grössten Massen lassen sich viel ungezwungener als letzte aus dem Schwemmland vorragende Denudationsreste eines zerstörten alten Gebirges erklären, d. h. als an Ort und Stelle entstanden.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Bericht der Oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde](#)

Jahr/Year: 1896

Band/Volume: [31](#)

Autor(en)/Author(s): Wagner Ludwig

Artikel/Article: [Bau und Geschichte des Stromsystemes 61-75](#)