

- REESINK, J. J. M. - SIAHAAN, M.: Rainfall on the volcanoes of Java. — Indonesian Journ. f. nat. Science 112 (1956), S. 186—190.
- RIEHL, H.: Tropical meteorology, New York, Toronto, London 1954.
- SCHNEIDER-CARIUS, K.: Betrachtungen zur Aerologie des indischen Monsuns. — Geofis. pura e aplic. Vol. 8 (1948), S. 1—24.
- SCHNEIDER-CARIUS, K.: Die Bedeutung des Schichtenbaues der Troposphäre für die Aufstellung von Wolkenystemen.

Arch. f. Met., Geophys., Bioklim., Ser. A, Bd. 2 (1950 a) S. 97—118.

SCHNEIDER-CARIUS, K.: Die Grundschrift der Atmosphäre als Lebensraum. — Arch. f. Met., Geophys. u. Bioklim., Ser. B., Bd. II (1950 b), S. 174—187.

SCHNEIDER-CARIUS, K.: Die Grundschrift der Atmosphäre. Leipzig 1953.

WATTS, J. E. M.: Equatorial weather. With particular reference to southeast Asia. — London 1955.

DAS NEUE DELTA DES RIO SINÚ AN DER KARIBISCHEN KÜSTE KOLUMBIENS

Geographische Interpretation und kartographische Auswertung von Luftbildern

Mit 1 Abbildung, 3 Bildern und 3 Beilagen

CARL TROLL und ERNST SCHMIDT-KRAEPELIN

unter Mitwirkung von ERNESTO GUHL

Summary: The new delta of the Rio Sinú on the Caribbean coast of Columbia. The geographic interpretation and cartographic elaboration of aerial photographs.

In 1942—43 an important change took place in the outlet region of the Rio Sinú which affected the geographical situation, the topography and hydrography and in consequence also the economy. Until then, after approaching the open sea near Tinajones in a meandering course to within a few hundred yards, the river turned eastwards behind the beach ridge and, forming a delta, discharged into the Bahía de Cispata. Natural indentations of the silt rich delta distributaries facilitated extensive rice cultivation by peasants. The Cispata distributary was suitable for steamship navigation from Cartagena de las Indias to Lorica and Montería on the middle Sinú.

In 1942—43 the Sinú breached the beach ridge at Tinajones and the "Boca de Tinajones" was formed; since then the river has been building up a new delta on this straight coastline while simultaneously the supply of fresh water to the distributaries of the abandoned delta was so much reduced that saltwater penetrated upstream and ruined the rice fields. In addition the Cispata distributary ceased to be navigable and navigation in the new delta is quite impossible owing to sand bars.

The situation prior to the catastrophe is known through a journey made by C. TROLL in 1929 and through air photographs of SCADTA taken in the 1920s and in 1938. Information for the time after the breach is based on air photographs of the years 1945, 1948 and 1957, and further on oral reports and some documents, both of which the authors are grateful to have received through Herr E. GUHL (Bogotá).

The result of the evaluation of this material is that the breach was aided by human interference with the natural drainage conditions. Already at Tinajones the Sinú used to be an elevated river confined within levees ("bancos"). As early as 1929 small parallel canals which had been dug for irrigation of pastures and drainage after floods existed at the critical spot. They helped the Sinú to leave its bed. Furthermore at the double meander at Tinajones the river was shortened by cutting a canal across in the hope thus to increase the water supply to the rice growing area and to improve navigation.

However, the increased current below the cutting resulted in a congestion of water in the river bed which in turn led to the lateral breach of the Sinú directly to the open sea. Today this change of course is irreversible. The carto-

graphic evaluation of the air photographs carried out by E. SCHMIDT-KRAEPELIN made it possible to ascertain the change of the river bed and growth of the new delta in greater detail. In 1957, i.e. 14—15 years after the new delta began to be built up it had an area of 693 ha (1,712 acres). In the years 1945—57 its daily increase rate was 1,565 sq. m. (16,845 sq. ft.).

1. Der Rio Sinú und die Veränderung seines Mündungsbereiches in den letzten 35 Jahren

(C. TROLL)

Die Cordillera Occidental im nordwestlichen Kolumbien, zwischen den großen tektonischen Längssenken der Atrato-Niederung und des Cauca-Tales gelegen, spaltet sich vom Alto de Paramillo (3960 m) bei etwa 7°n. Br. gegen die Küste des Karibischen Meeres in mehrere Virgationsäste auf, die in der Hauptsache von tertiären Kalken und Sandsteinen aufgebaut sind („Virgación bolivariense“ nach E. HUBACH 1928, vgl. auch C. TROLL 1930). In der Längssenke zwischen der Serranía de Abibe und der Serranía de las Palomas im Westen und der Serranía de San Jerónimo im Osten entwickelt sich vom Alto de Paramillo an nordwärts das Stromsystem des Rio Sinú. Der Fluß tritt nach seinem von Talengen und Stromschnellen beherrschten Oberlauf bei Tai oberhalb Tierra Alta in die Alluvialebene seines Mittellaufes ein, die er als stark mäandrierender Fluß in einem einheitlichen Bett bis unterhalb Montería durchmißt. Auf Grund des Feuchtsavannenklimas mit etwa 1200 mm Jahresniederschlag und einer passatischen Trockenzeit in den Wintermonaten Januar bis März sind die Wasserstandsschwankungen groß. Der Strom ist bereits hier von Überschwemmungssavannen begleitet, in denen sich ständig oder zeitweise wasserführende Seen, sog.

„Ciénagas“ finden, die wenigstens zum Teil verlassene Mäanderläufe und Altwasser darstellen (vgl. Übersichtskarte auf Beil. IV).

Unterhalb Montería, in einer Meereshöhe von etwa 17 m, beginnt sich der Flußlauf zu verzweigen. Mit einer Serie von Seitenarmen („Caños“) bildet der Sinú eine Art Binnendelta von 40 km Breite. Die Flußarme haben erhöhte Dammufer („Bancos“), hinter denen sich zahlreiche Ciénagas oder „Charcos“ ausbreiten, darunter die größten, Ciénaga Grande und C. Hoyo de León. Der wasserreichste und am meisten Sediment führende westliche Arm des Binnendeltas, der heute auch am besten schiffbar ist, führt den Namen Caño de Aguas Blancas, der zweitstärkste Arm, der dem Ostrand der Ebene zustrebt und mehr von lokalen Wassern aus der Niederung gespeist wird, den bezeichnenden Namen Caño de Aguas Prietas (= Schwarzwasserarm).

Bei Lorica sammeln sich die Arme des Stromes wieder, denn unterhalb der Stadt hat der Sinú bei den Angosturas de Santa Elena (auf alten Karten San Nicolas Bari) nochmals eine Hügelkette zu überwinden, die sich von Osten an das Ufer heranschiebt und sich auch in einem kleinen Felshügel am linken Ufer fortsetzt. 1929, zur Zeit meiner Bereisung, befand sich gegenüber dem Dörfchen Santa Elena die Bodega Zaragoza, ein Lagerhaus, da in den Trockenmonaten der Dampferverkehr von Cartagena, der von Mai bis November bis Montería betrieben werden konnte, hier endete, so daß ein Umladen der Frachten in kleinere Boote nötig war. Man konnte allerdings schon damals in der Trockenzeit mit Lastwagen von Montería über Lorica nach Cispata an der Meeresküste gelangen.

Von Santa Elena ab beginnt der eigentliche Unterlauf des Sinú, mit dem sich der vorliegende Aufsatz befaßt. Der Strom bildet zunächst prachtvolle, weit ausladende Mäander und ist auch von offenen oder versumpften Altwässern begleitet. Unterhalb San Bernardo del Viento (auch kurz „El Viento“ genannt) näherte sich ein Mäanderbogen bei einer Tinajones genannten Lokalität bis auf einige hundert Meter Entfernung der glatten, sandigen Außenküste des Karibischen Meeres (Beil. IV). Noch in den 20er und 30er Jahren dieses Jahrhunderts durchbrach er aber den breiten Strandwall nicht, sondern wandte sich ostwärts in Richtung auf die Bucht von Cispata, in die er mit einem Delta ausmündete (Luftbild 6, Beil. II). Die Bucht von Cispata steht in offener Verbindung mit dem Golf von Morrosquillo und damit dem Karibischen Meer. Die Hauptwasser des Sinú benutzten den rechten, südlichen Teil des Deltas, wo der Caño de Cispata auch von den Dampfern, die den Verkehr von Cartagena nach Montería

besorgten, benutzt wurde. Seine nährstoffreichen Wasser waren die Grundlage ausgedehnter Reiskulturen in den Überschwemmungsniederungen zu seiten des Hauptarmes und seiner Verzweigungen. Demgegenüber war der Nordteil des Deltas von ausgedehnten Mangrovenbeständen eingenommen, denn der dortige Deltaarm („Caño Salado“), der früher einmal der Hauptmündungsarm gewesen zu sein scheint, hatte keine Wasserzufuhr mehr vom Strom und war daher von Brack- und Salzwasser beherrscht. Auf dem Luftbild 6 (Beil. II) sind auch deutlich die monotonen Mangrovenbestände im nördlichen Deltabereich, die vom Ufer des Caño Salado aus die bekannte Zonierung der Mangroven nach dem Salzgehalt erkennen lassen, von den Süßwasserwäldern im Bereich des Caño de Cispata mit ihren üppigeren Kronen zu unterscheiden. Zwischen den Deltaarmen und diesen Wäldern erkennt man die Reisfelder und die Gehöfte der Reisbauern, die auf den etwas erhöhten Dammufern der schiffbaren Deltaarme aufgereiht sind.

In dieser Form ist der Mündungsbereich des Rio Sinú in mehr oder weniger großer Genauigkeit bisher auf allen Karten zur Darstellung gebracht, sowohl auf der Map of Hispanic America 1 : 1 000 000, Sheet MC 18, Barranquilla vom Jahre 1934 als auch auf der US-amerikanischen Seekarte des Hydrographic Office — US Navy, Sheet Puerto Coveñas and Bahía de Zispata 1 : 25 000 vom Jahre 1938 (s. Abb. 1).

Seit dem Jahre 1938 hat allerdings die Mündung des Sinú und damit der ganze Küstenabschnitt eine grundlegende Veränderung erfahren. Der Unterzeichnete erfuhr anlässlich des XVIII. Internationalen Geographenkongresses in Rio de Janeiro 1956 durch den kolumbianischen Geographen ERNESTO GUHL-Bogota, daß der Sinú etwa 1½ Jahrzehnte vorher eine ganz neue Mündung gebildet habe, und zwar infolge eines Durchbruches bei Tinajones unterhalb El Viento durch die Strandwälle hindurch direkt zum offenen Karibischen Meer. Die neue Mündung hatte seither bereits ein ansehnliches Delta in das völlig offene Meer vorgebaut. Die neue Mündung „Boca Tinajones“ ist durch die sie sperrenden Sandbarren für die Schifffahrt völlig unbrauchbar. Die alte Mündung, der Caño de Cispata dagegen droht nun mangels stärkerer Strömung durch Schlickablagerung die Schiffbarkeit einzubüßen. Zudem drang vom Golf her nunmehr das Salzwasser auch in den Caño de Cispata ein und brachte die blühenden Reiskulturen im Delta, die im Besitz von Kleinbauern waren und einige Tausend Menschen ernährten, vollständig zum Erliegen. So wurde das Geschehen im Sinúdelta ein großes wirtschaftliches und soziales Problem.

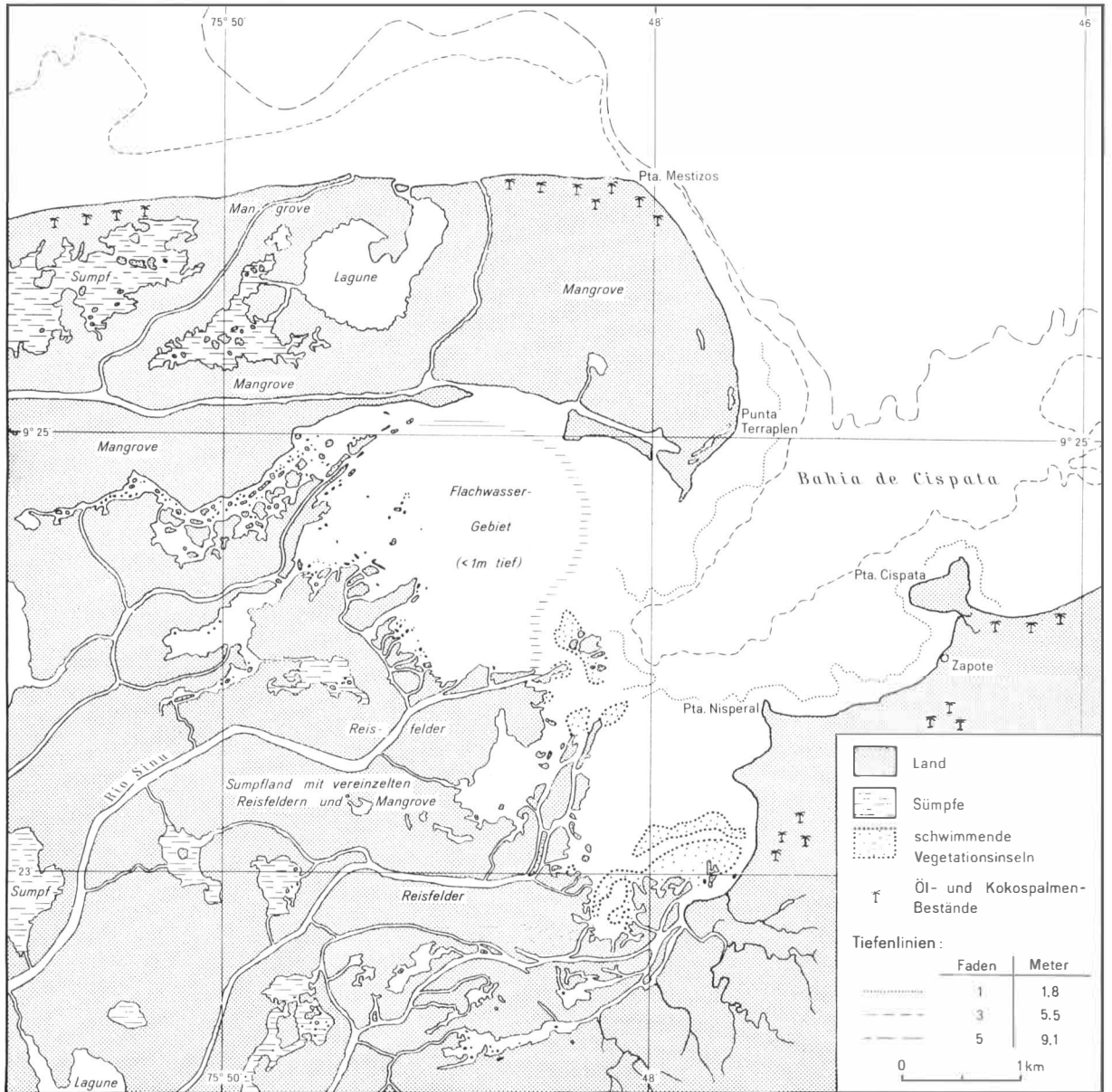


Abb. 1: Cispata-Bucht mit Mündungsdelta des Sinú (nach einer US-amerikanischen Seekarte 1 : 25 000 von 1938).

Schon 1952 hat J. J. PARSONS in einer Arbeit über die Besiedlung der Sinúniederung (1952, S. 70) mit einigen Sätzen auf den Durchbruch des Sinú in der Boca de Tinajones hingewiesen, auch auf das Problem, das sich für die Schifffahrt und für die Reiskultur ergeben hatte. Er konnte aber keine Karte und keine Bilder über die sehr wesentlichen topographischen Veränderungen in diesem Küstenbereich begeben.

Es war klar, daß hier ein Musterbeispiel für eine Forschungsarbeit zur geographischen Luftbildinterpretation gegeben war. Schon die Situation im Mündungsdelta des Stroms, die Entwäs-

serungs- und Vegetationsverhältnisse im Delta und die Sedimentationsvorgänge in der Bahía de Cispata lassen sich genauer nur mit Luftbildern erkennen. Vor allem aber kann die Bildung des neuen offenen Deltas nur durch Luftaufnahmen zu verschiedenen Zeitpunkten seit dem Durchbruch studiert werden. Von meiner eigenen Tätigkeit 1928/29 für die Sociedad Colombiana de Transportes Aereos (SCADTA) auf Einladung ihres damaligen Generaldirektors Dr. Dr. PETER PAUL VON BAUER besaß ich außer Bodenaufnahmen und Tagebuchaufzeichnungen Schrägbilder des Sinúabschnittes von El Viento und Tinajones

mit der Außenküste sowie von den Mündungsarmen des Flusses an der Bahía de Cispata. Durch die große Freundlichkeit von Herrn ERNESTO GUHL konnten wir weiterhin Senkrechtbilder aus größerer Höhe vom Sinúlauf und der Küste im Bereich von Tinajones aus den Jahren 1938 (noch vor dem Durchbruch der Boca de Tinajones), weiter von 1945 und 1957 und schließlich auch ein Luftbild-Mosaik der Bahía de Cispata und des alten Sinúdeltas aus dem Jahre 1948 erhalten. Diese Aufnahmen sind die Voraussetzung und die Unterlage der vorliegenden Untersuchung und die Verfasser sind deshalb Herrn E. GUHL zu großem Dank verpflichtet. Es stellte sich weiter heraus, daß es sich bei der Entstehung der neuen Mündung nicht um einen reinen Naturvorgang handelte, sondern daß der Mensch in dem Bestreben, gewisse Verbesserungen für die Landwirtschaft in den Überschwemmungsniederungen und für den Schiffsverkehr zu erreichen, künstlich in das Verhalten des Stromes eingegriffen hat, aber dann von den Naturkräften überwältigt wurde. Es war deshalb für die Erklärung des gesamten Phänomens unerlässlich, Berichte über die Art dieser Eingriffe und über ihre Folgen zu erhalten. Auch für die Vermittlung solcher Berichte aus den Jahren 1956 und 1957 haben wir Herrn E. GUHL herzlich zu danken.

II. Der Unterlauf des Rio Sinú auf Grund einer Befahrung im Mai 1929 (C. TROLL)

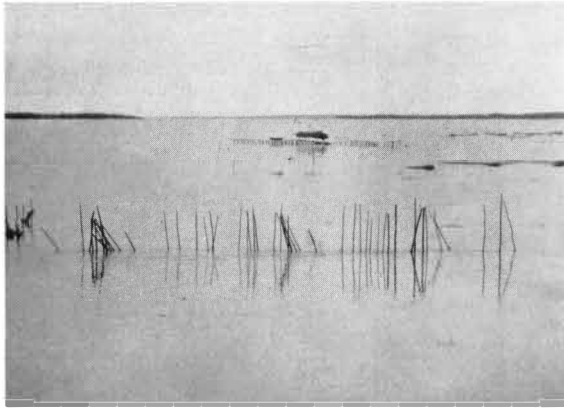
Eine Nachtfahrt vom 2. auf den 3. Mai 1929 auf dem Dampfer „Colombia“ eines libanesischen Transportunternehmens in Cartagena brachte mich von Cartagena nach Tolú am Golf von Morrosquillo und weiter nach Coveñas und Cispata. In Coveñas war fünf Jahre früher von der International Product Company of Chicago and Paraguay ein großes Schlachthaus und ein Frigorífico errichtet worden, der für einen großzügigen Fleischexport nach Übersee gedacht war¹⁾.

In Cispata gab es eine Tanninfabrik mit Gerberei des Italieners Gallito, die Mangroverinde aus dem Sinúdelta verarbeitete. Herrn Manuel Martínez Soza aus Lorica, einem der größten Land-

besitzer des Sinú, verdanke ich vorzügliche Kenntnisse über die Wirtschaft des Gebietes während dieser Zeit. Er besaß ausgedehnte Ländereien an der Sinúküste zwischen El Viento und der Punta del Mestizo, die jetzt so stark verändert ist.

In der Bucht von Cispata war das Meerwasser gegenüber dem klaren grünen Wasser des Golfes von Morrosquillo schmutziggelblichgrün. Ein weiteres Zeichen der nahen Flußmündung des Sinú sind die schwimmenden Inseln der Wasserhyazinthen (*Eichhornia crassipes*), die in den Ciénagas und langsam fließenden Caños wachsen und kleinere Deltaarme zu überziehen vermögen. Die Grenze zwischen Meer und Land war ganz unscharf. Der Eintritt in die Fahrrinne des Caño de Cispata war durch Pfähle markiert. Bald ragten auch Pfahlbauhütten aus dem Wasser und zeigten an, daß wir bereits in die Zone der Reiskultur eingefahren waren. Die Hütten sind hier außen nicht bewohnt und dienen nur der Reisernte (Bild 1). Es wurden zwei Ernten jährlich erzielt. Eine Strecke weit war die Fahrrinne ausgebaggert, wie an den beiderseitigen Wällen aus Schlick zu sehen war. Vorsichtig am Bug des Schiffes mit langen Stangen lotend, fuhr man in den Fluß ein. Erst ein Stück weiter aufwärts formte sich aus der Wasserfläche ein sichtbarer Flußlauf mit niederen Uferwällen (Bancos) zu beiden Seiten. Im August und September 1928 hatte der Sinú ausnahmsweise so wenig Wasser, daß die Mündung durch Sandbänke für die Schifffahrt unpassierbar wurde — ein schwerer Schlag für den Handel von Cartagena zum Sinú. Bald folgten die ersten bewohnten Gehöfte der Reisbauern, auf den etwas trockeneren Schlickböden der Bancos auf Holzrosten erbaut (Bild 2), mit Anlegestellen und Kanuhafen, einigen Bananen- und Zuckerrohrstauden als Hausgarten und einigen Haushühnern. Überschwemmungen sind hier nicht gefährlich, die geringen Wasserstandschwankungen sind von den Gezeiten bedingt. Bald darauf begann ein geschlossener Gürtel von Reisfeldern auf den beiderseitigen Uferbänken. Wo diese Bänke einseitig noch an die offene Bucht grenzen, ist die Brackwasserzone durch einen Gürtel des Mangrove-Farns *Acrostichum aureum* gekennzeichnet. Gelegentlich gehen diese auch in Mangrove-Gehölze über. Ein alter Bewohner von Lorica erzählte, daß 40 Jahre früher, zur Zeit des großen Holzexports aus dem Sinúgebiet durch französische Firmen, dieser Teil des Deltas noch offene Meeresbucht war, und daß die Schifffahrt einen viel weiter nördlich verlaufenden Deltaarm benutzte (vielleicht den Caño Salado?). Die Zeit dieser systematischen Holzausbeute aus den Wäldern im oberen Sinúgebiet dauerte von 1883—1915 (J. J. PARSONS, 1952, S. 74/75).

¹⁾ Die gesamte wirtschaftliche Entwicklung des Sinúgebietes, auch der Viehzucht, ist ausgezeichnet behandelt von J. J. PARSONS (1952). Obwohl sich auf der Grundlage der Einführung des Guineagrasses für die trockenen Weiden und des Parágrases für die Niederungsweiden Ende des letzten Jahrhunderts eine bedeutende Viehexportfuhr von Cispata nach Kuba und seit dem ersten Weltkrieg auch nach Panama entwickelt hatte, war die Gründung des Frigorífico nicht von Erfolg begleitet. Heute dient die Viehzucht der Savannen des Sinúgebietes erstlinig der Versorgung des kolumbianischen Binnenmarktes. Die Anlagen von Coveñas wurden 1939 an eine amerikanische Ölgesellschaft verkauft, die eine Pipeline vom Catatumbogebiet an der venezolanischen Grenze nach Coveñas legte (vgl. auch B. LE ROY GORDON, 1957).



1



2



3

Bild 1: Überflutete Reisfelder in der Cispata-Bucht

Bild 2: Reisbauernhütte im Sinú-Delta

Bild 3: Palmsavanne mit *Elaeis melanococca* — Sinú-Ebene

Eine weitere Strecke flußaufwärts gesellte sich auf den Bancos zum Reisanbau auch die Kultur des Mais. Gleichzeitig begann an den Ufern des Caño auch natürliche Sumpflvegetation, aus dem flutenden Gras *Paspalum dilatatum* („Gramalote“) und den großblättrigen Hochstauden *Heliconia* und *Montrichardia arborescens* gebildet. Weiter

aufwärts folgten die ersten Bäume auf den Bancos (*Cecropia*, Mango, Inga). Die mit Reis bebauten Bancos wurden immer breiter, aber nordwärts gingen sie immer noch in Mangroven über. Schließlich werden die Uferstreifen vorwiegend von Weideland, und zwar ausgedehnten Potrerros im Großgrundbesitz eingenommen, die aus dem künstlich angepflanzten Parágras (auch „Admirable“ genannt) gebildet werden und außerdem in lokalerem Bestand die Corozo-Palme tragen, die neue weltliche Ölpalme *Elaeis melanococca*, aus deren Fruchtfleisch an Ort und Stelle mit großen Holzwalzen das Palmöl gewonnen wird (Bild 3). Sie dienen dem Weidevieh auch als Schattenbäume. Die riesigen Vieh-Haziendas und Potrerros, in denen weit und breit kein Haus zu sehen ist, stehen in scharfem Gegensatz zu dem im äußeren Delta gelegenen Land der kleinen Reisbauern. Bei Tinajones selbst konnte man vom Fluß direkt zum offenen Meer hindurchblicken, da an dieser Stelle auch der Gürtel der Cocospalmen-Wälder auf dem Sandstrand der Außenküste unterbrochen war (Luftbild 3, Beil. II).

Für das hier behandelte Problem des Stromdurchbruchs ist folgende Notiz aus dem Tagebuch von Wichtigkeit. Sie bezieht sich auf den Sinúlauf in der Gegend von Tinajones und El Viento: „Daß auch hier der Strom noch etwas erhöht zwischen Dammufern fließt, ist daran zu erkennen, daß regelmäßig senkrecht vom Ufer kleine Kanälchen abzweigen, die in die Potrerros zu beiden Seiten des Flusses führen. Sie sind gegen den Fluß durch kleine Schleusentore aus dünnen Stäben abgeriegelt. Nach Angabe der Einwohner dienen sie dazu, die abseits gelegenen Potrerros in trockenen Zeiten zu bewässern bzw. nach Hochwasserlagen für die Rückfuhr des Wassers in das Flußbett zu sorgen“.

Gegen San Bernardo del Viento, wo der Sinú seine großen Mäander beschreibt, (Luftbild 2, Beil. II) wird das Ufer etwas höher (etwa 2 m), so daß dann auch trockene Potrerros aus Guinea-gras (*Panicum maximum*) zu beiden Seiten des Flusses liegen. Der Baumbestand dieser künstlichen Grasflächen ist wesentlich abwechslungsreicher. Die eingestreuten Palmen sind jetzt entweder die mächtigen Wedelpalmen *Scheelea butyracea* (Palma de vino) oder die kleinen dornigen Lata-Palmen (*Bactris minor*).

III. Luftbild- und Kartenauswertung

(E. SCHMIDT-KRAEPELIN)

Bei dem Versuch, die teils naturbedingten, teils anthropogenen Veränderungen der Hydrographie und Küstenmorphologie im Bereich des Rio-Sinú-Deltas während der letzten 35 Jahre zu rekonstruieren, erweist sich die dokumentarische Aussage periodisch wiederholter Luftbildaufnahmen

als unentbehrlich²⁾. Wollte man allein auf Grund der verfügbaren Karten, ferner gestützt auf die Berichte und Aussagen amtlicher Stellen und Persönlichkeiten des Delta-Gebietes eine klare Anschauung zu gewinnen sich bemühen, so würde man an der Unzulänglichkeit dieser Unterlagen von vornherein scheitern. Denn in diesem amphibischen Raum sind Karten schon nach wenigen Jahren weitgehend überholt, die übrigen Quellen voller Widersprüche und Unklarheiten. Neuere amerikanische Seekarten im Maßstab 1:25 000 als zweifellos zuverlässigste unter diesen Unterlagen zeigen zwar recht genau (offenbar photographisch kartiert) den Verlauf der Küstenlinie und der Flußmündungsarme, ferner die Wassertiefen; sie bieten aber zu wenig Details bezüglich der Oberflächenformen, Bodenbedeckung und Landnutzung und können — Aufnahmezustand 1938 — nur als Anhalt für die Ausgangslage vor dem entscheidenden Durchbruch bei Tinajones verwendet werden. Als unergiebig erwies sich die Heranziehung älterer Karten, u. a. einer deutschen Seekarte, herausgegeben 1914 vom Reichsmarineamt Berlin. Hier zeigt sich, bei Lageabweichungen von 2 bis 3 Kilometern in den „Festpunkten“³⁾ gegenüber den neueren Karten, daß damals der gesamte Delta-Bereich als „unerforscht“ auch im topographischen Sinne gelten mußte.

Die ideale Voraussetzung, lückenlose Luftbildreihen aus aufeinanderfolgenden Jahren stereoskopisch auswerten zu können, ist indessen bei der vorliegenden Untersuchung keineswegs erfüllt. Aber das verfügbare, quantitativ unvollständige und qualitativ recht ungleichwertige Bildmaterial aus dem Zeitraum 1924—28 und den Jahren 1938, 1945, 1948 u. 1957 reicht in Verbindung mit anderen Quellen doch aus, um daraus einige wesentliche Vorgänge in ihrem zeitlichen, räumlichen und kausalen Zusammenhang zu erfassen. Dabei muß man sich freilich der großen Unsicherheiten einer Bildinterpretation „vom grünen Tisch“, also ohne die Möglichkeit vergleichender Geländestudien und Feststellungen an Ort und Stelle, immer voll bewußt sein. Dennoch ist es ohne Zweifel reizvoll, an diesem eindrucksvollen Beispiel zu zeigen, wie hier geringfügige Eingriffe in

das labile Gleichgewicht einer Flußmündungslandschaft große, in ihrer wirtschaftlichen und sozialgeographischen Wirkung verhängnisvolle Veränderungen auslösen konnten.

Luftbild 1^{3a)} (eine Schrägaufnahme mit Blickrichtung N bis NE, aufgenommen zwischen 1924 und 1928) vermag nur einen allgemeinen Eindruck vom Charakter des damaligen, am Tag der Aufnahme zum Teil wolkenverhangenen Mündungsgebietes des Rio Sinú zu geben. Im Vordergrund der zerlappte, von dichter Mangrove bedeckte Nordrand der großen Ciénaga Soledad, die von dem oberhalb San Bernardo del Viento vom Hauptfluß abzweigenden Caño Cicaró gespeist und nach rechts (E) durch die außerhalb des Bildbereichs verlaufenden Mündungsarme Caño Tijó und Caño Remedio de los Pobres in den südlichen Teil der Bucht von Cispata entwässert wird. Seine scharf rechtwinklige Abzweigung vom Sinú-Hauptarm ist im linken Bildviertel klar zu erkennen, dagegen verschwimmt sein Verlauf nach E immer mehr im Dunst- und Wolkschleier. Die damalige Sinú-Hauptmündung (links der Bildmitte, Hintergrund) lag, soweit die Aufnahme dies undeutlich erkennen läßt, offenbar wesentlich weiter westlich als heute (vgl. Beil. III). Schließlich ist noch, als dunkler Streifen am Horizont, ein Stück der die Bucht von Cispata teilweise abschließenden Nehrung (Gegend von Punta Terraplen) zu sehen.

Im Luftbild 2 (gleichfalls aus der Zeit zwischen 1924 und 1928) blickt man schräg nach S auf die Sinú-Mäander bei San Bernardo del Viento und erkennt im Vordergrund einen weit geschwungenen, verlassenen Prallhang, der die westlich (im Bilde rechts) anschließenden, noch älteren Strandwälle abschneidet.

Luftbild 3, eine Schrägaufnahme mit Blickrichtung nach N (wahrscheinlich 1928 aufgenommen), zeigt die eigenartige Schleife des Rio Sinú unterhalb San Bernardo, die mit ihrem Scheitel in der als „Tinajones“ bezeichneten Gegend bis dicht an die Küste des Karibischen Meeres heranreicht. Nach einer weit nach E ausschweigenden „Haarnadelkurve“ entfernt sich sodann der Flußlauf in südsüdöstlicher Richtung von der Küste und erreicht nach endlosen Umwegen (vgl. Beil. III), an zahlreichen Ciénagas und Lagunen vorbei, schließlich die Cispata-Bucht. Die beiden den Vordergrund des Bildes beherrschenden Flußabschnitte verlaufen also parallel, aber in entgegengesetzter Richtung, der linke nach NW—NNW, der rechte nach SSE. Bemerkenswert ist die als heller Streifen (Brandung) hervortretende Lücke in der geschlossenen Vegetationsbedeckung des Küstensaumes, fast genau an der Stelle, wo

²⁾ Wichtigste Unterlagen für diese Untersuchung sind Luftbilder aus den Jahren 1938—1957, die uns von Herrn E. GÜHL zusammen mit neueren Karten und Dokumenten aus dem Delta-Gebiet freundlichst zur Verfügung gestellt und durch wertvolle persönliche Mitteilungen ergänzt wurden. Ferner sei an dieser Stelle auch mit herzlichem Dank der lebenswürdigen Hilfe gedacht, die uns Herr Professor Dr. STOKS † durch Überlassung von Seekarten aus den Beständen des Deutschen Hydrographischen Instituts in Hamburg leistete.

³⁾ Als „Festpunkte“ zum Zwecke des Kartenvergleichs können hier natürlich nur Punkte im Binnenland, die dem Einfluß der Küsten- und Flußlaufveränderungen entzogen sind, verwendet werden.

^{3a)} Luftbilder 1—7 siehe Beilage II.

später der Durchbruch zum Meer erfolgte. Ferner zeichnet sich, ganz im Vordergrund, die Linie der späteren Flußbegradigung ab als ein die beiden Parallelschenkel des Rio Sinú verbindender, zickzackförmiger schmaler Kanal, der offenbar zur Wasserregulierung der Potrero-Weiden angelegt wurde. Im Vordergrund des rechten Bildviertels ist zu beobachten, daß ein Teil des Wassers aus dem Kanalbett anscheinend unkontrolliert nach Süden in tiefer gelegenes Gelände ausbricht.

Luftbild 4, eine Senkrecht-Aufnahme vom 24. 6. 1938, zeigt die an dem etwa 10 Jahre älteren Schrägbild demonstrierten hydrographischen und morphologischen Verhältnisse im wesentlichen unverändert. Als Vertikal-Aufnahme mit größerem Bildwinkel erlaubt sie jedoch eine viel bessere Übersicht, auch über das benachbarte Küsten- und Niederungsgebiet. Doch fehlt leider ein östliches Anschlußbild, aus dem vielleicht ein Zusammenhang des im Bilde rechts erkennbaren toten Flußarmes (Rio Salado) mit einem (durch hellere Tönung und Turbulenzen klar hervortretenden) Flachwassergebiet vor der Küste deutlich würde. Die Seekarte von 1938 zeigt hier ein weites Ausbiegen der 6 m-Tiefenlinie bis 3,25 km seewärts, während westlich und östlich dieses Flachseebereiches die gleiche Tiefenlinie sich dem Strand auf 500 bis 1100 m nähert. Aus diesen Beobachtungen kann vielleicht auf eine alte Flußmündung (Schwemmfächer) etwa 2 km östlich der heutigen Durchbruchsstelle „Tinajones“ geschlossen werden. Offenbar wurde diese alte Mündung dann durch Anlandungen, die die Bildung der langgestreckten Nehrung (Punta Venados — Punta Mestizos) einleiteten, abgeriegelt, der Mündungsarm nach E abgelenkt und schließlich (durch menschlichen Eingriff?) ganz vom Hauptstrom abgetrennt (siehe hierzu auch Luftbild 5).

Deutlich ist auf dem Luftbild 4 der schon bei der älteren Aufnahme 3 erwähnte Wasserentnahmekanal an der Basis der Flußschleife zu erkennen. Es scheint jedoch 1938 kein durchgehender Wasserlauf bestanden zu haben, sondern zwei sich gegenüberliegende Anzapfungen jeweils auf dem rechten (inneren) Ufer des Flusses. Im übrigen sieht man aber auch auf dem linken (äußeren) Ufer der Tinajones-Schleife mehrere Anzapfungen, vor allem am Nordscheitel, wo der Abstand zur Küste nur 250—300 m beträgt. Durch die Anzapfung gerade an dieser Stelle wurde der spätere Flußdurchbruch mit allen seinen unaufhaltsamen Folgen sicherlich begünstigt.

Luftbild 5, zusammengesetzt aus zwei Senkrecht-Aufnahmen vom 23. 11. 1945, ist nicht ohne weiteres verständlich ohne Kenntnis der inzwischen erfolgten Begradigungen und Anzapfun-

gen des Flußlaufes, die teils von amtlicher Seite planmäßig, teils von den Grundbesitzern mehr oder minder eigenmächtig durchgeführt wurden. Ziel der vom Ministerium für öffentliche Arbeiten vorgenommenen Maßnahmen war vor allem eine Verstärkung der Strömung und Wasserführung im Brazo de Cispata, dem damaligen Hauptmündungsarm des Rio Sinú, um den Wasserbedarf für die Reiskulturen in der Cispata-Bucht sicherzustellen und um die zunehmend behinderte Schifffahrt zu erleichtern. Diesen Zwecken sollte offensichtlich auch die Begradigung des großen Mäanders bei Tinajones, unterhalb der Stadt San Bernardo del Viento, dienen. Durch einen Durchstich an der Basis des Mäanders und durch die Abriegelung des nach NNW gerichteten Mäander-Schenkels sollte hier eine Flußlaufverkürzung um etwa 6 km erreicht werden. Auch Anzapfungen waren, zum Teil schon lange vor 1938, zur Bewässerung der Weiden und zur Hochwasserregulierung sowohl im Raum Tinajones als auch im Flußabschnitt oberhalb San Bernardo vorgenommen worden. Die letztere hatte zur Bildung des Flußarmes Caño Cicará geführt, der über das Sumpfbereich Ciénaga Soledad mit dem südlichen Teil der Cispata-Bucht Verbindung bekam (Beil. III). Ob auch die verhängnisvolle Anzapfung in Küstennähe bei Tinajones auf amtliche Weisung oder von den Anliegern selbständig durchgeführt wurde, ist aus den ungenauen Orts- und Zeitangaben in den amtlichen Berichten nicht festzustellen. So ist es schwierig, ein einigermaßen zutreffendes Bild über das zeitlich-räumliche Zusammenwirken der verschiedenen Ursachen zu gewinnen, die bis zum Herbst 1945 zu den im Luftbild 5 erkennbaren großen Veränderungen im Sinú-Delta geführt hatten. Immerhin scheint aber aus allen Unterlagen hervorzugehen, daß in erster Linie die große, aber ungenügend abgesicherte Mäanderbegradigung für die unerwartete Entwicklung im Abschnitt Tinajones verantwortlich gemacht werden muß. Das Luftbild zeigt klar, daß die erforderliche wirksame Absperrung des nach SSE gerichteten Mäanderschenkels aus unerklärlichen Gründen unterlassen worden ist. Im Brazo de Cispata, dem bisherigen Hauptmündungsarm des Sinú, wurden offenbar (vgl. Luftbild 6) keinerlei zur Verstärkung des Gefälles und der Wasserführung geeignete Maßnahmen durchgeführt. Die unzähligen, auf dem Luftbild 6 zu beiden Seiten des Brazo de Cispata erkennbaren kleinen Anzapfungen und Kanäle mußten im Gegenteil die schließlich zur Cispata-Bucht gelangende Wassermenge weiter vermindern. So scheinen die zwischen den verschiedenen Flußabschnitten und Verwaltungsbezirken (San Bernardo del Viento, San Antero) mangelhaft koordinierten und unvoll-

ständig durchgeführten Korrektionsarbeiten die Hauptschuld am irreparablen Durchbruch bei Tinajones zu tragen. Die durch die Begradigung im Abschnitt Viento—Tinajones bei Hochwasser verstärkt andrängenden Wassermassen mußten sich vor dem immer enger werdenden Durchlaß in den gefällsschwachen Brazo de Cispata aufstauen und sich schließlich einen Durchbruch zur Küste auf dem kürzesten Wege erzwingen. Dieser Weg war vorgezeichnet durch den offenen, nicht abgeriegelten SSE-Schenkel der Schlinge und durch die vom Nordscheitel der Schlinge in den schmalen Küstenbereich, anscheinend sogar (vgl. Luftbild 4) bis unmittelbar an die Küste herangeführten Bewässerungskanäle.

Die Frage nach dem Zeitpunkt des Durchbruchs ist aus den schriftlichen Quellen (J. J. PARSONS, 1952, ferner Berichte des Min. f. öff. Arbeiten und des Bürgermeisters von San Antero), aus den Karten und auch aus den Luftbildern nicht exakt, sondern nur annähernd zu beantworten. Englische und amerikanische Seekarten (Aufnahmestand 1938/39) zeigen die Ausgangslage, wie sie im Luftbild 4 (1938) mit zusätzlichen wichtigen Einzelheiten (Anzapfstellen) festgehalten ist. Im Luftbild 5 (1945) dagegen bietet sich das Bild des vollendeten Durchbruchs und bereits weit vorgeschrittener Massenlagerungen zu beiden Seiten eines trichterförmig zur See sich erweiternden Durchbruchskanals. In einem Bericht des Min. f. öff. Arbeiten wird nun gesagt, daß die kleine, „v o r 1 9 3 8“ im Küstengebiet am Scheitel der Tinajones-Schlinge vorgenommene Anzapfung („bocatoma pequeña“) bereits eine teilweise Umlenkung der Wasserführung auf den neuen „Brazo Tinajones“ veranlaßt habe; diese Mündung sei aber sehr bald durch Bildung einer mächtigen Sandbarre für größere Schiffe unbenutzbar geworden. Durch das Luftbild 4 vom Juni 1938 wird diese Darstellung aber nicht bestätigt. Eine durchgehende Verbindung des Mäanderscheitels mit dem offenen Meer ist darauf nicht zu erkennen, nur eine Anzahl zur Küste hin verlaufender Bewässerungskanäle. Zuverlässiger erscheinen deshalb die Angaben des Bürgermeisters von San Antero zu diesem Punkt. Sein Bericht, daß der Rio Sinú erst „i m J a h r e 1 9 4 2“ sich eine neue Mündung zum Meer (Boca de Tinajones) eröffnet habe und daß diese a l l m ä h l i c h die Hauptmenge des Wasser, das vorher die Cispata-Bucht erreichte, an sich gezogen habe, steht mit der Aussage der Luftbilder von 1938 und 1945 in gutem Einklang. Unklar bleibt nur das genaue Datum des zweifellos vom Min. f. öff. Arbeiten veranlaßten großen Durchstiches an der Basis der Tinajones-Schlinge. Hierzu meint nun J. J. PARSONS, die Begradigung sei erst nach dem

Durchbruch des Flusses erfolgt; da man es unverständlicherweise versäumt habe, auch den südwärts gerichteten Schenkel des Mäanders abzuriegeln, habe dann aber eine immer größere Wassermenge die neue Mündung erreicht durch Umkehrung der Stromrichtung in diesem Abschnitt⁴⁾. Daraus scheint doch hervorzugehen, daß erst durch die künstliche Laufverkürzung der entscheidende Anstoß für den endgültigen, breiten Durchbruch des Sinú gegeben worden ist, der somit etwas später als das von PARSONS genannte Datum (August 1943) anzusetzen wäre.

Der Gedanke, daß nur umfangreiche Begradigungen und Flußbett-Vertiefungen unterhalb der Durchbruchsstelle im alten Sinú-Mündungsarm (Brazo de Cispata) das Problem im Sinne der Schifffahrt und der Reisbauern lösen können, ist anscheinend erst nach dem Eintritt der katastrophalen Wirkungen (Vernichtung der Reiskulturen in der Cispata-Bucht durch Salzwasser, völlige Lahmlegung des Schiffsverkehrs) ernsthaft erwogen worden.

Verspätete und mit unzulänglichen Mitteln improvisierte Versuche, den Tinajones-Durchbruch durch 100 000 Sandsäcke abzuriegeln, blieben (nach dem Bericht des Bürgermeisters von San Antero) ohne Erfolg, denn bereits drei Wochen danach durchbrach ein Hochwasser den behelfsmäßigen Damm.

Die Entwicklung im Sinú-Delta nach dem Tinajones-Durchbruch

Legt man den August 1943 als leider etwas unscharfe Zeitmarke dem endgültigen Durchbruch des Rio Sinú zum Karibischen Meer bei Tinajones zu Grunde, so ist es recht aufschlußreich, die in den darauf folgenden 2¹/₄ Jahren erfolgten Massentransporte und Anlandungen im neuen Mündungsdelta am Luftbild 5 (1945) näher zu studieren und daraus auch eine quantitative Vorstellung von der Dynamik dieser Vorgänge zu gewinnen:

Zum Zeitpunkt der Aufnahme (November 1945) haben sich junge Anlandungen bereits einem Küstenabschnitt von 2,8 km Länge und in einer seewärtigen Ausdehnung von 400 bis über 600 m vorgelagert. Insgesamt kann die neu gebildete Fläche auf Grund des Luftbildes mit 5 5 h a veranschlagt werden, wobei zwei Drittel auf den östlichen, ein Drittel auf den westlichen Deltateil

⁴⁾ A. a. O., S. 70: .. „Emergency crews soon diverted the river into a newly excavated cutoff channel two miles above the break, but incredibly, no diversion barrier was provided at the downstream re-entrant; as a result, an increasing amount of water continued to reach the new mouth by a reversal of the flow in the lower half of the meander“ ...

entfallen. Dies würde einer Neulandbildung von etwa $670 \text{ m}^2/\text{Tag} = 26 \times 26 \text{ m}^2/\text{Tag}$ im Zeitraum August 1943 — November 1945 entsprechen.

Die jungen Delta-Massen werden durch eine Anzahl Strandwälle (mit eingelagerten kleinen Lagunen) gegliedert. Diese Strandwälle setzen mit sehr spitzem Winkel an der alten Küstenlinie an, biegen dann seewärts um und zeigen dadurch eine (zur See hin) konkave, strahlige Struktur. Im Westteil des Deltas ist der Krümmungsradius der Strandwälle kleiner, die Konkavität der Gesamtform daher ausgeprägter als im Ostteil, wo die jungen Deltamassen sich auf eine etwa doppelt so lange Küstenstrecke verteilen und im ganzen wesentlich flachwinkliger zur alten Küste verlaufen. Bereits in diesem Entwicklungsstadium zeigt also das aus dem Binnenland herangeführte Material in seiner Ablagerungs- und Umlagerungsform eine ausgeprägte Asymmetrie unter der Wirkung einer küstenparallel nach ENE gerichteten Strömungskomponente. Diese küstennahe Strömung, mit der Tendenz eines Materialtransportes in allgemein ostwärtiger Richtung, dürfte auch bei der Bildung und langsamen Ost-Verlagerung der großen Nehrung (Punta Venados — Punta Mestizos) bedeutsam sein. Luftbild- und Kartenvergleiche zeigen, jedenfalls für den Zeitraum 1938—1957, Landverluste an der Punta Venados und Landgewinne (Hakenbildung) zwischen der Punta Mestizos und der Punta Terraplen (Beil. III). Um die Gesetzmäßigkeiten der Küstenformung im Bereich der Sinú-Mündung befriedigend zu klären, wären jedoch exakte Untersuchungen der hydrodynamischen Verhältnisse, vor allem der Gezeitenströmungen, notwendig. Hierzu reichen die verfügbaren Unterlagen nicht aus.

Mit der Bildreihe in Luftbild 6 (Befliegung am 9. 1. 1948) wird das Gesamtgebiet der Cispata-Bucht mit der alten Sinú-Mündung und Abschnitten der Nebenarme Caño Salado und Caño Remedio de los Pobres erfaßt. Leider fehlen Anschlußbilder zur neuen Mündung bei Tinajones. Ein unmittelbarer Vergleich ist nur mit der Seekarte von 1938 möglich, die ein ausgedehntes Reisanbau-Areal im Flachwassergebiet (Wassertiefen um 1 m) zwischen dem Sinú-Mündungsabschnitt und der Nehrung erkennen läßt. Es wurde vom damaligen Sinú-Hauptarm und den Nebenarmen bei den regelmäßigen Überschwemmungen mit Süßwasser versorgt und war, bei ausreichender Wasserführung der Mündungsarme, gegen das Eindringen von Salzwasser vom offenen Meer her geschützt. Nur durch den Caño Salado konnte Meerwasser nach W hin vordringen. Hier fehlen deshalb auch die Reisfelder. Lückenlos bedeckt Mangrove die Ufer des Caño Salado und die von verlandenden Lagunen und Sümpfen

durchsetzte Nehrung, welche die Bucht nach Norden abschirmt.

Im Jahre 1948 ist aber von den annähernd 200—300 ha Reiskulturen im Westteil der Cispata-Bucht keine Spur mehr zu entdecken (Luftbild 6). Da die Gesamtverluste an Reisanbauflächen durch eindringendes Salzwasser allein in der Gemeinde San Antero vom Bürgermeister dieser Stadt aber im März 1954 bereits mit 2700 ha angegeben werden, müssen im Zeitraum 1948—1954 noch weitere sehr große Anbauflächen aufgegeben worden sein. Vermutlich sind das vor allem die Gebiete entlang den Flußarmen weit landeinwärts, die nunmehr, nach dem Rückgang der Wasserführung im alten Sinú-Mündungsarm auf nur 3% der früher verfügbaren Menge, der rettungslosen Versalzung durch das mit den Gezeiten flußaufwärts dringende Meerwasser erlagen. Noch im Jahre 1948 standen, wie das Luftbild zeigt, große Flächen längs der Flußarme und auf jungen Anlandungen in Kultur.

Im Luftbild 7 (Bildpaar vom 21. 1. 1957) ist schließlich ein gewisser „Endzustand“ festgehalten, der in allen Einzelheiten die ununterbrochene und unaufhaltsame Stabilisierung der neuen Mündung im Raum Tinajones und die bis zur Bedeutungslosigkeit verminderte Wasserführung im alten „Brazo de Cispata“ erkennen läßt. Als entscheidender Drehpunkt, wo diese Entwicklung vielleicht durch geeignete Maßnahmen noch rechtzeitig hätte aufgehalten werden können, erweist sich die Stelle, wo der Fluß aus dem Durchstichkanal mit scharfer Wendung in sein altes Bett — aber mit umgekehrter Laufrichtung — eindringt, anstatt in geradem Lauf sein Wasser dem Cispata-Arm zur Verfügung zu stellen. Hier hat sich indes hinter einer tiefen Auskolkung eine Sandbarre gebildet, die nur noch einen sehr schmalen und sehr seichten Durchlaß nach Osten offenläßt (Beil. IVb). Die verstärkte Dynamik der Strömung in dem nunmehr nordwärts entwässernden Mündungsabschnitt wird im Vergleich mit den Luftbildern von 1938 und 1945 deutlich durch kräftige Erosion an den Prallstellen, die man offenbar am Ost-Scheitel der Schlinge — sicherlich erfolglos — durch den Einbau von Buhnen zu bremsen versucht hat. Die Form der Schlinge ist wesentlich schlanker und gestreckter geworden als auf den älteren Aufnahmen (vgl. Beil. IV); an den Gleithängen sind erhebliche Anlandungen zu beobachten, die in ihrer streifig-bogenförmigen Textur einzelne Phasen des Abgleitens der Schlinge zu erkennen geben. An ihrem verschmälerten Hals zeichnet sich bereits, wenn die Entwicklung so weiter verläuft, ein Durchbruch ab, der eine Laufverkürzung um 2 km ergeben würde. Von dem rasch fließenden, mit Schwebstoffen beladenen

Wasser des Rio Sinú, das bis weit in die offene See hinaus an seiner hellen Tönung zu verfolgen ist, hebt sich der abgesperrte Ast des ehemaligen Tinajones-Mäanders durch dunklere Tönung ab und zeigt an den Rändern bereits beginnende Verlandung. Keinerlei Anzeichen von Veränderungen (gegenüber 1938 und 1945) sind in dem bis in die Gegend der Punta Venados von dichter Vegetation (Mangrove) verhüllten Caño Salado zu sehen.

Trotz der verhängnisvollen Folgen der Flußlauf-Korrektur bei Tinajones wurde auch im Zeitabschnitt 1945—1957 noch eine weitere Begräbigung in der Mäanderstrecke dicht unterhalb San Bernardo del Viento vorgenommen. Allerdings wurde hier kein Durchstich in voller Flußbreite, sondern nur ein gerader Verbindungskanal angelegt, unter Offenhaltung des alten Flußbettes. Dagegen sind wirksame Maßnahmen zur Wiederbelebung der Wasserführung im Brazo de Cispata und im Caño de Cicará offensichtlich unterblieben, wenn auch erwogen worden. Die Kosten für eine großzügige Kanalisation und Vertiefung des Brazo de Cispata sind ohne Zweifel, zieht man die Unsicherheit eines dauerhaften Erfolges in Betracht, sehr hoch. Sie wären aber nicht zu hoch, wenn es gelänge, die inzwischen fast unmöglich gewordene Schifffahrt (Wassertiefe im Cispata-Arm um 1,80 m) wieder in Gang zu bringen und vor allem auch das wirtschaftliche und soziale Problem des Reisanbaus im „Bajo Sinú“ zu lösen.

Denn dies ist ein schwerwiegendes soziales Problem. 3000 Kleinbauern und Siedler mit ihren Angehörigen, also mindestens 15 000 Menschen, haben durch Naturereignisse und unzulängliche Maßnahmen ihr wichtigstes Einkommen aus der Reiskultur verloren, und dieser Ausfall berührt empfindlich auch die nicht unmittelbar betroffene Bevölkerung in San Bernardo del Viento, San Antero und den Nachbargemeinden. Das Problem wird nicht gemildert, sondern eher noch verschärft durch die Tatsache, daß inzwischen ein Teil des Neulandes an der Boca de Tinajones in Kultur genommen werden konnte, denn dieser Gewinn kommt bisher ausschließlich zwei Großgrundbesitzern zugute, die übrigens die gesamten, an ihren Besitz angrenzenden Neulandflächen im Küstenabschnitt Tinajones beanspruchen.

Die Luftbilder 5 und 7 geben Aufschluß über die Neulandbildungen im jungen Delta während eines Zeitraumes von 11 Jahren u. 2 Monaten. Da durch die Daten der Reihenaufnahmen (23. 11. 1945 und 21. 1. 1957) sehr exakte Zeitmarken gegeben sind, ist auch eine quantitative Bestimmung des jährlichen bzw. täglichen Flächenzuwachses möglich, was wiederum einen interessanten Vergleich mit dem Tempo dieser Vorgänge im Anfangsstadium (1943—1945) erlaubt:

Im Januar 1957 setzte das junge Delta bereits an einem Küstenabschnitt von 7 km Länge an und dehnte sich seewärts bis über 2,5 km aus. Das entspricht, wenn man die Stromrinnen und Lagunen im Delta ausnimmt, einer *Gesamtfläche von 693 ha* und einem Flächenzuwachs seit dem Nov. 1945 von *638 ha*. Während im Zeitraum 1942—1945 täglich etwa $670 \text{ m}^2 = 26 \times 26 \text{ m}^2$ Neuland gebildet wurden, erreichte im Zeitraum 1945—1957 die durchschnittliche tägliche Anlandung der Fläche nach mehr als den *doppelten* Betrag, nämlich $1565 \text{ m}^2/\text{Tag} = 40 \times 40 \text{ m}^2/\text{Tag}$.

Diese Zahlen sind aufschlußreich, wenn sie auch die Deltabildung nur als Flächenphänomen, nicht als dreidimensionalen Vorgang quantitativ zu erfassen erlauben. Dies wäre erst möglich, wenn die Ergebnisse neuerer Lotungen vor der Boca de Tinajones bekannt würden. Doch kommt auch schon in den Zahlen des Flächenzuwachses eindrucksvoll die sich selbst verstärkende Dynamik eines morphogenetischen Ablaufs zum Ausdruck, der durch menschliche Maßnahmen zwar ausgelöst werden konnte, aber nicht eigentlich bedingt wird. Vielmehr liegen die Ursachen der hier skizzierten Ereignisse im Wesen und Mechanismus der Deltabildung selbst. Deren Ausdruck und Ergebnis sind eben die am Beispiel des Rio Sinú so charakteristisch erkennbaren Vorgänge: Mäanderbildungen, Stromverzweigungen und Mündungsverlagerungen. Sie sind Ausgleichsvorgänge in einem labilen, durch Massenverlagerungen aus dem Hinterland dauernd gestörten Sedimentations- und Abfluß-Gleichgewicht, Reaktionen also, denen der Mensch nur mit Maßnahmen begegnen kann, die der Größenordnung der hier wirkenden Naturkräfte angemessen sind.

Literatur

- HUBACH, ENRIQUE: Informe condensado sobre expectativas petrolíferas en Urabá, y en especial en la Serranía de Abibe. Comisión Geológica de Urabá, Oficina Nac. de Minas, Bogotá 1928. S. 1—17.
- LE ROY GORDON, B.: Human Geography and Ecology in the Sinú Country of Colombia. Ibero-Americana: 39, Berkeley and Los Angeles 1957. 117 S. — Eine gründliche, durch historische Quellenforschung unterbaute Analyse des Landschaftswandels und der gegenwärtigen ländlichen Wirtschaft des gesamten Sinú-Gebietes.
- PARSONS, JAMES J.: The Settlement of the Sinú Valley. Geogr. Rev., vol. 42, 1952. S. 67—87.
- STRIFFLER, LUIS: El Alto Sinú. Cartagena 1875. 201 S.
- SCADTA (*Sociedad Colombo-Alemana de Transportes Aereos*). Flughandbuch Nr. 7. Die Atlantische Route. Manuskript mit Luftbildern. Archiv der SCADTA (jetzt AVIANCA), Bogotá.
- TROLL, C.: Die geologische Verkettung Süd- und Mittelamerikas. Mitt. d. Geograph. Ges. München, Bd. 23, H. 1, 1930. S. 53—74.

Karten

- Map of Hispanic America 1 : 1 Mill., Sheet MC 18, Barranquilla. New York, American Geogr. Soc. 1934.
- Sheet Puerto Coveñas and Bahía de Zispata, 1 : 25 000. US Navy, Hydrographic Office 1938.

Entwicklung des Sinú-Deltas 1924-1957 im Luftbild

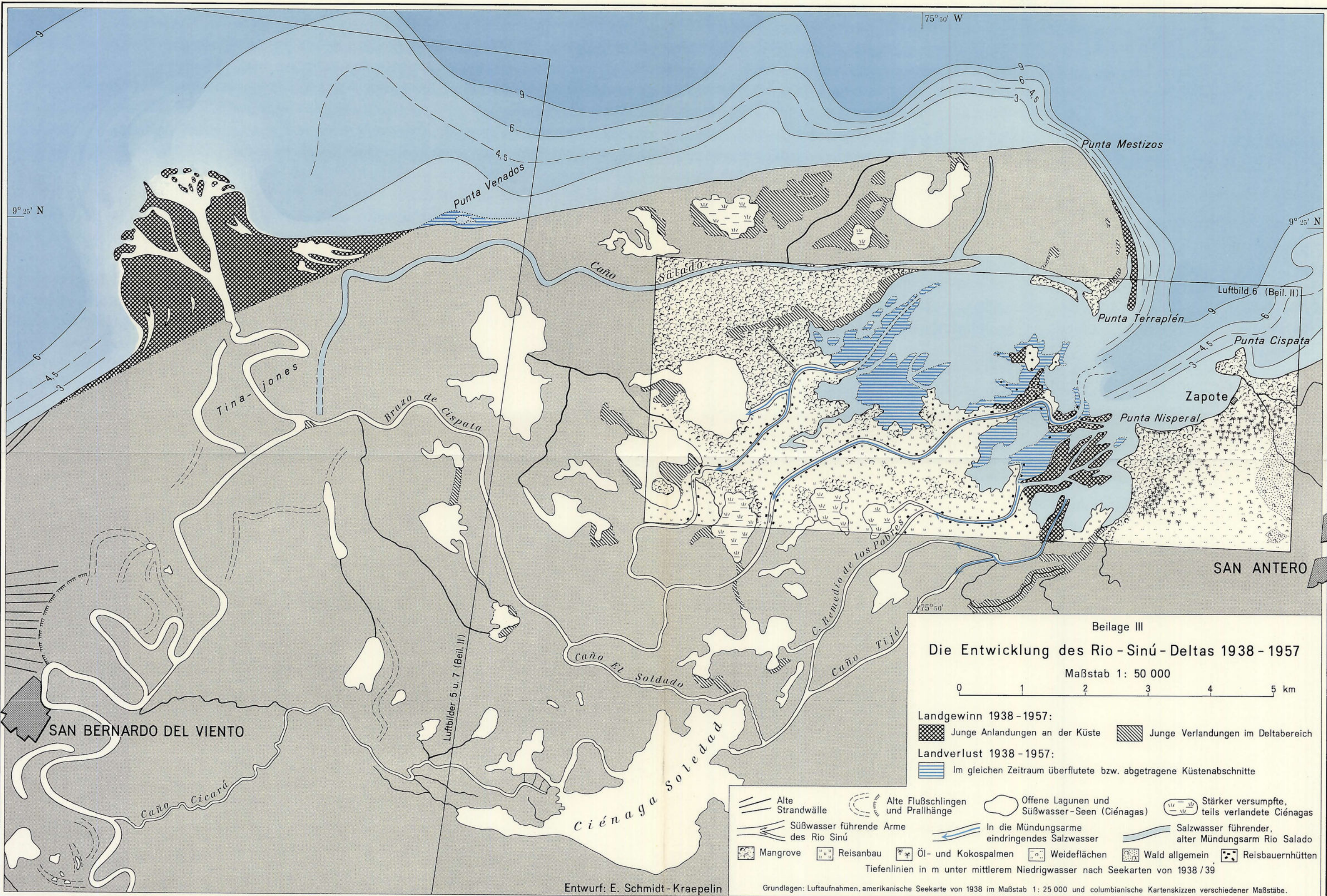


- 1 Mündungsarme des Rio Sinú zur Bahia de Cispata (Aufnahme: SCADTA 1924 - 28)
- 2 Blick von N auf die Sinú-Mäander bei San Bernardo del Viento (Aufnahme: SCADTA 1924 - 28)
- 3 Sinú-Mäander bei Tinajones; Blick von S gegen die Küste des Karibischen Meeres (Aufnahme: SCADTA, wahrscheinlich 1928)
- 4 Mäander bei Tinajones mit zahlreichen Anzapfungen zur Wasserregulierung auf den Potrero-Weiden (Aufnahme vom 24. 6. 1938)
- 5 Nach dem Durchbruch bei Tinajones; neues Delta im Aufbau (Aufnahme vom 23. 11. 1945)
- 6 Überblick über die Cispata-Bucht mit den alten Mündungsarmen. Reisfelder, Kanäle und Reisbauernhütten auf den 'bancos' der Mündungsarme. Eindringenes Meerwasser hat bereits zu diesem Zeitpunkt einen großen Teil der Reiskulturen in der Bucht vernichtet. (Aufnahme vom 9. 1. 1948)

7 Das neue Delta bei Tinajones (Aufnahme vom 21. 1. 1957)

(4-7 Aufnahmen des Instituto Geografico de Colombia 'Agustin Codazzi')





75° 50' W

9° 25' N

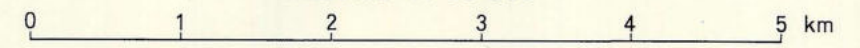
9° 25' N

75° 50'

Beilage III

Die Entwicklung des Rio - Sinú - Deltas 1938 - 1957

Maßstab 1: 50 000



- Landgewinn 1938 - 1957:
- Junge Anlandungen an der Küste
 - Junge Verlandungen im Deltabereich
- Landverlust 1938 - 1957:
- Im gleichen Zeitraum überflutete bzw. abgetragene Küstenabschnitte

- Alte Strandwälle
- Alte Flußschlingen und Prallhänge
- Offene Lagunen und Süßwasser-Seen (Ciénagas)
- Stärker versumpfte, teils verlandete Ciénagas
- Süßwasser führende Arme des Rio Sinú
- In die Mündungsarme eindringendes Salzwasser
- Salzwasser führender, alter Mündungsarm Rio Salado
- Mangrove
- Reisanbau
- Öl- und Kokospalmen
- Weideflächen
- Wald allgemein
- Reisbauernhöfen

Tiefenlinien in m unter mittlerem Niedrigwasser nach Seekarten von 1938 / 39

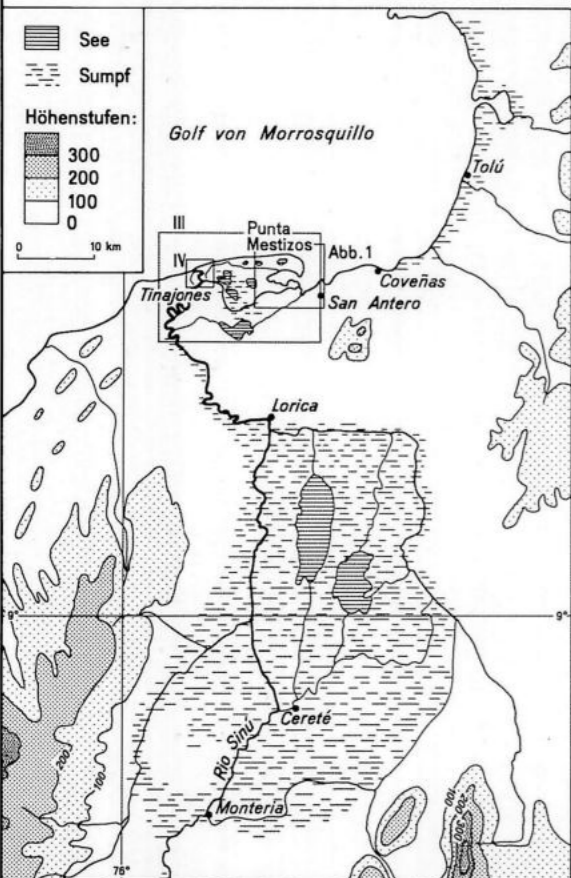
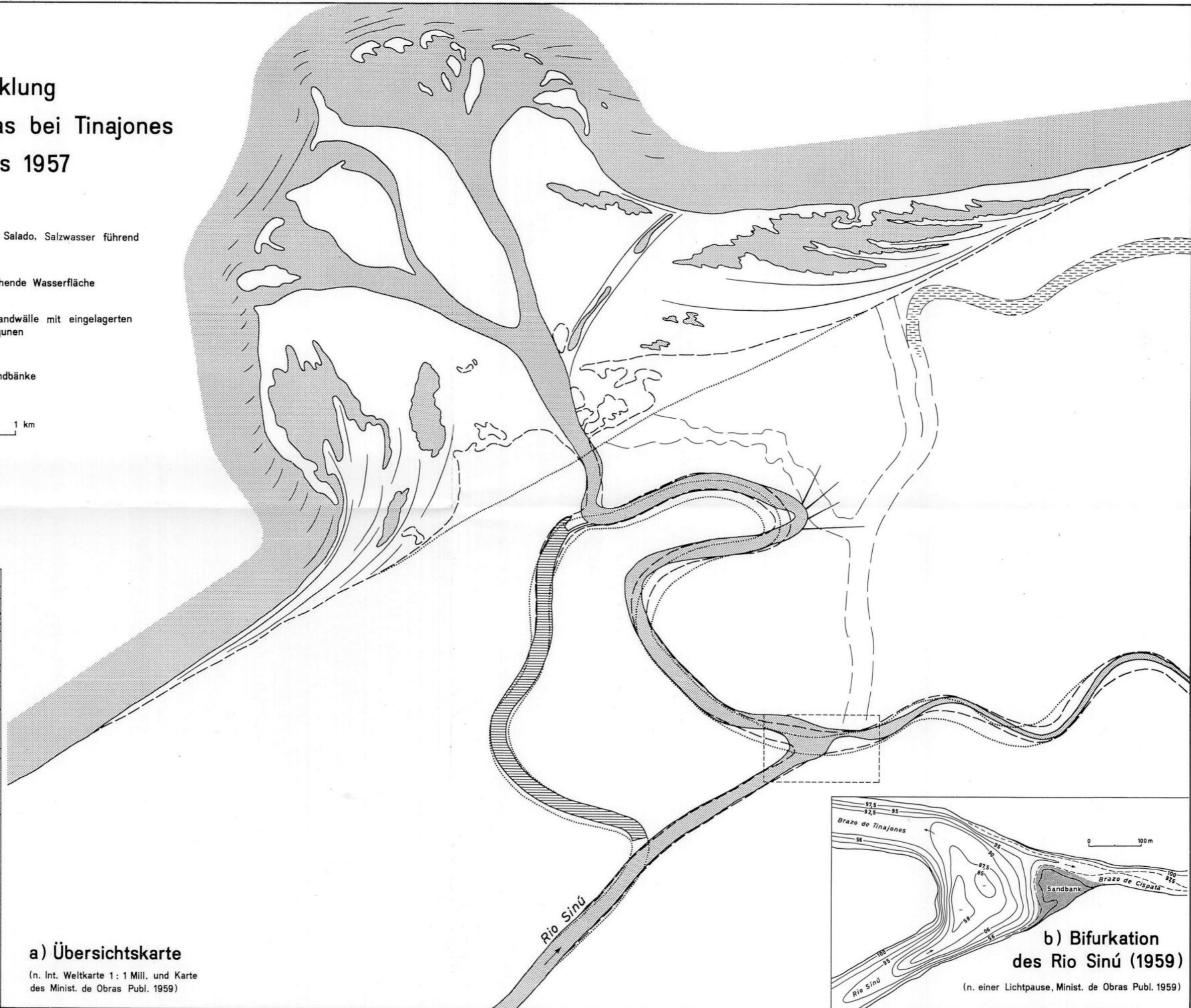
Entwurf: E. Schmidt-Kraepelin

Grundlagen: Luftaufnahmen, amerikanische Seekarte von 1938 im Maßstab 1: 25 000 und columbianische Kartenskizzen verschiedener Maßstäbe.

Die Entwicklung des neuen Sinú-Deltas bei Tinajones von 1938 bis 1957

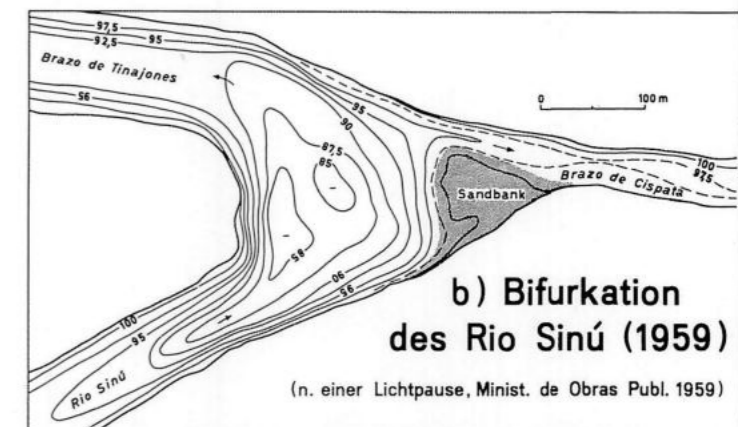
- Fluß- und Küstenverlauf:
- 1938
 - 1945
 - 1957
 - alte Flußschlinge
- Rio Salado, Salzwasser führend
 - stehende Wasserfläche
 - Strandwälle mit eingelagerten Lagunen
 - Sandbänke

0 1 km



a) Übersichtskarte

(n. Int. Weltkarte 1: 1 Mill. und Karte des Minist. de Obras Publ. 1959)



**b) Bifurkation
des Rio Sinú (1959)**

(n. einer Lichtpause, Minist. de Obras Publ. 1959)