

Mitteilungen aus der „Seccion Mineralogía y Geología“ des „Instituto de Agronomía“ in Montevideo.

III. Über das Alter und den geologischen Charakter der
sogen. Pampasformation in Uruguay.

Von

Dr. K. Walther.

Mit Taf. III—V und 1 Textfigur.

Vorbemerkungen.

Das geologische Studium der Republik Uruguay, dem kleinsten der südamerikanischen Staaten, ist in mehrfacher Hinsicht von Interesse. Findet man doch hier, aus dem riesigen südbrasilischen Gebiete wenig gestörter Sedimentärbildungen nach Süden vorrückend zum ersten Male¹ in beträchtlicher Ausdehnung und großer Mannigfaltigkeit wieder das kristalline Grundgebirge, das den Sockel der brasilisch-uruguayischen Masse bildet. Während die Küste bei Montevideo und von hier in westlicher sowie östlicher und nordöstlicher Richtung zum großen Teile noch aus alten Eruptivgesteinen und kristallinen Schiefnern besteht, ragen derartige Gesteine in der durch den La Plata-Strom von Uruguay getrennten argentinischen Provinz Buenos Aires nur ganz vereinzelt in den Sierrren von Tandil und Ventana aus den Pampaslehmen auf. Die sie z. T. zusammensetzenden altpaläozoischen Sedimente sind zwar dem uruguayischen kristallinen Grundgebirge fremd, doch zeigt letzteres in seinen

¹ Ich rechne hierbei den südlichen Teil des Staates Rio Grande do Sul bis zu den Flüssen Ibicuhy und Jacuhy geologisch zu Uruguay (20, p. 404).

sedimentogenen Teilen vielfach das gleiche nordwestliche Streichen wie jene Gebirgszüge und ihre Schichten, was schon D'ORBIGNY angedeutet hat (8, Bd. 8, Taf. X). Es ist bemerkenswert, daß hiermit auch die Richtung des La Plata übereinstimmt¹.

Ein weiterer Gegenstand des Interesses ist darin zu sehen, daß wir uns hier am Südrande der aus hochpaläozoischen und mesozoischen Sedimenten und Eruptivgesteinen bestehenden Überdeckung befinden und hoffen dürfen, die Art ihrer Lagerung beobachten und daraus Schlüsse auf das Alter der meist kontinentalen und lakustren, äußerst fossilarmen Absätze ziehen zu können. In der Tat gelang es so, wahrscheinlich zu machen, daß der hangende Teil der neuerdings in Brasilien „Santa Catharina-Formation“ genannten paläo-mesozoischen Decke, die sogen. „São Bento-Schichten“, dem jungen Mesozoicum, wenn nicht z. T. schon dem älteren Tertiär zugehören und von den im Liegenden befindlichen permocarbonischen Absätzen durch eine Transgressionsdiskordanz getrennt werden (21 und 22, p. 405 und 81).

Schließlich ergibt sich aus dem Studium der jüngsten geologischen Bildungen insofern vielleicht etwas Besonderes, als sie in Uruguay im Gegensatze zu den der argentinischen Pampas eine erheblich geringere Mächtigkeit besitzen und in dieser unmittelbar dem Grundgebirge auflagernd direkt beobachtet werden können. Man vermag so vielleicht die Frage zu lösen, wie die Absatzverhältnisse der Zeit waren, die derjenigen der Pampaslehme vorausging und man ist möglicherweise imstande nachzuprüfen, ob diese in der Tat „ortsfremd“ oder in ihrer Beschaffenheit vom Grundgebirge abhängig sind. Gerade hier, wo dieses an so vielen Stellen durch den Pampaslehm hindurchragt, scheint ja die Annahme

¹ Wenn C. GUILLEMAIN (5, p. 204) angibt, daß das Generalstreichen der kristallinen Schiefer NNW—SSO gerichtet sei, so ist diese Angabe nur für einen Teil der Vorkommen richtig, also nicht als Generalstreichen zu definieren. Es findet sich vielfach ein fast rein westöstliches (Umgebung von Montevideo) bis fast nordsüdliches Streichen mit kleinem Abweichen nach W oder O, dann aber auch nicht selten eine Orientierung nach NO, d. h. der Richtung, welcher die Ostküste des Kontinentes folgt. Schon CH. DARWIN erwähnt dieses Streichen aus der Gegend von Minas (3, p. 216).

besonders naheliegend, daß der Lehm aus dem Zerstörungsmaterial der Unterlage entstanden sei.

Da seit den Zeiten A. D'ORBIGNY'S und CH. DARWIN'S nichts mehr über neozoische Bildungen in Uruguay bekannt wurde, so soll im folgenden versucht werden, die wichtigsten Linien zur Charakterisierung derselben zu ziehen, wobei infolge des Mangels einer systematischen Erforschung des Landes auf stratigraphische Einzelheiten natürlich nicht eingegangen werden kann. Ich umschließe dabei mit dem Ausdrucke „Pampasformation“ sowohl Lehme terrestrer wie Sande fluviatiler und mariner Entstehung, da an ihrer z. T. gleichzeitigen Bildung im Hauptgebiete ihrer Entwicklung, Argentinien, nicht gezweifelt werden kann.

I. Das Tertiär.

a) Marine und fluviatile Bildungen.

Unmittelbar bei der Stadt Montevideo, und zwar an einer kurzen Strecke, genannt Playa Capurro, am nördlichen Rande der Bahía (Bucht¹) beobachten wir ein instruktives Profil (Taf. III Fig. 1), an dem sich schon nach der Farbe zwei Horizonte unterscheiden lassen, ein heller weißlichgelblicher liegender, höchstensfalls 3½ m hoher und ein schmutzigbrauner hangender, 15—20 m mächtiger Komplex. Während der erstere petrographisch als ein wenig verkitteter teils reiner, teils stark toniger Sand anzusprechen ist, stellt der letztgenannte einen äußerst feinsandigen Lehm dar. Von ihm soll erst weiter unten die Rede sein. Was an dem direkt dem kristallinen Grundgebirge auflagernden lockeren Sandstein sofort auffällt, ist der hohe Gehalt an Kalk, der in Gestalt bankartiger konkretionärer Massen erscheint und sich infolge größerer Widerstandsfähigkeit scharf heraushebt (s. Taf. III Fig. 2). Es ist die sogen. Tosca, eine Bezeichnung, die auf das unregelmäßige und rauhe Äußere hindeutet (7, p. 150, Fußnote 1). In der Umgebung von Montevideo finden wir

¹ Nördlich des zweiten „a“ vom Worte „Bahia“ auf der Skizze in 19, p. 83, Fig. 1.

sonst nirgends diesen Horizont entwickelt, treffen ihn jedoch in ganz analoger Weise an der Barranca (Steilufer) bei Colonia (s. die Karte in 6¹) wieder, wo die Tosca in großer Menge sich am Aufbau der Schichten beteiligt. Von Fossilien ist in diesen unmittelbar am La Plata gelegenen tonigen Sanden bis sandigen Tonen und lockeren Sandsteinen nichts zu beobachten; geht man jedoch auf der nach Carmelo führenden Straße nur 2—3 km landeinwärts, so trifft man hier in einer Höhe von schätzungsweise 25—30 m über dem La Plata auf Muschelbänke, die zum Zwecke der Gewinnung eines reinen Kalkes² durch kleine Gruben aufgeschlossen sind. Schon CH. DARWIN spricht hiervon (3, p. 137) und bestimmt die Muscheln richtig als *Ostrea patagonica* D'ORB. Eine bis 1,70 m mächtige Bank besteht nahezu ausschließlich aus den großen dicken Schalen dieses Leitfossils der Paraná-Stufe und wird unmittelbar von 1—2 m mächtigen, nach oben humifizierten Lehmen — entsprechend dem oberen Teile unseres Profils am Strande bei Montevideo — überlagert. Das Liegende der Muschelbänke ist nicht aufgeschlossen, doch erwähnt DARWIN (3, p. 137), daß bei Colonia beim Grundgraben eines Hauses eine große Menge der *O. patagonica* unmittelbar dem „Gneis“ aufliegend gefunden sei.

Auf andere derartige gehobene Muschelbänke trifft man weiter westlich, so in einem Einschnitte der vom Hafen zum Orte Conchillas führenden Industriebahn³, 4—5 km landeinwärts, ferner oberhalb des Ortes Carmelo, unweit des Arroyo de las Víboras und an der Punta Gorda zwischen Carmelo und Palmira. Es sind dies die relativ ältesten unter analogen Bildungen, und sie verraten sich als solche entweder durch hohe Lage (bis schätzungsweise 30 m) oder durch beträcht-

¹ Leider enthält dieselbe nahezu alle der sehr zahlreichen und z. T. entstellenden Druckfehler der JANNASCH'schen Karte und ist nicht im Maßstabe 1:1 500 000, sondern in 1:2 500 000 gezeichnet. Die Bahnlinie Montevideo—Melo führt, was für die Erreichung des interessanten Fraile Muerto-Tales von Wichtigkeit, wenig östlich von Santa Clara in rein nördlicher Richtung und schneidet ungefähr beim ersten „o“ des Wortes „Cerro Largo“ den Muerto-Bach.

² Die Tosca ist zu stark mit Sand gemischt.

³ Siehe die Skizze in 23.

liche Entfernung vom heutigen La Plata. Sie legen Zeugnis ab von der bekannten Tatsache, daß der uruguayische Strand am La Plata und die anschließende Küste bis weit hinein nach Brasilien sich seit der genannten Zeit um einen erheblichen Betrag gehoben haben. Bis fast in die Gegenwart zu verfolgende, über dem La Plata-Spiegel gelegene Muschelbänke (s. unten) erhärten diese Tatsache und ein Blick auf die Karte mit den im südlichen Uruguay beginnenden und sich bis nach Brasilien fortsetzenden Strandseen zeigt mit Deutlichkeit, daß die epirogenetische Bewegung noch nicht am Ende angelangt ist.

Als Strandbildungen eines ehemals marinen La Plata verraten sich unsere ältesten Muschelbänke sowohl durch ihren petrographischen Charakter als durch ihren paläontologischen Inhalt. Während bei Colonia Rollkiesel über den Muschelbänken liegen, sind bei Conchillas die Fossilien an Kalkanreicherungen in groben konglomeratischen Sanden gebunden und oberhalb des Arroyo de las Víboras schließt der kristallinische, ziemlich massige, zum Brennen benützte Kalk grobe Quarzkörner ein. Charakteristische, wie es scheint auf diese ältesten Bänke beschränkte Fossilien sind die große *O. patagonica* D'ORB. und die nahe verwandte *O. Alvarezii* D'ORB. sowie seltene große Mactren und Gastropoden aus der Verwandtschaft von *Trophon paranensis* BORCHERT¹. An den obersten Teilen des Steilufers der Punta Gorda (s. oben) fand ich von den beiden erwähnten bei Colonia massenhaft vorkommenden Austern nichts, dagegen viele Stücke der noch lebenden *Ostrea puelchana* D'ORB.

Während es sich hier stets um Schalenexemplare handelt, schließen die Bänke oberhalb des Arroyo de las Víboras massenhaft Steinkerne ein, die zum größten Teil der *Venus Münsteri* D'ORB.², daneben auch *Cardium magnum* BORN. zugehören. Besonders erwähnt seien zusammen mit den Muscheln

¹ 1, p. 52, Taf. IV Fig. 12 u. 13. Die mir vorliegenden Exemplare zeigen bei bauchig gestaltetem letztem Umgange eine geringer hervortretende Querrippung.

² Mir zum Vergleich vorliegende Schalen einer rezenten, an der atlantischen Küste lebenden *Venus* zeigen eine weit schwächere und regelmäßige konzentrische Zeichnung als die fossile Art.

aufgefundene Reste eines Elefantiden-Stoßzahnes, wahrscheinlich dem *Mastodon* zugehörig.

Etwas jünger als diese relativ hoch oder weit landeinwärts gelegene Muschelterrasse sind Fossilbänke, wie sie zwischen den Arroyos San Juan und dem südöstlich davon gelegenen San Pedro (s. Karte in 6) wenige Meter über dem La Plata am Steilufer gut aufgeschlossen sind. Es handelt sich hier um fossilreiche lokale Kalkansammlungen, die sich teils in Form von Nestern, teils als geringmächtige, bis zu Fingerstärke herabgehende aber weit zu verfolgende Bänke zwischen lockere Sandsteine oder kaum zementierte, stellenweise stark tonige, hellgefärbte Sande einschalten. Diese entsprechen ganz den oben aus der Gegend von Montevideo und vom Steilufer bei Colonia erwähnten. Außer *Cardium magnum* und *Venus Münsteri* fanden sich in den teilweise großen Mengen kleiner Schalen einer *Venus* einschließenden Bänken der Barra del San Juan: *Nucula pulchana* D'ORB., *Maetra patagonica* D'ORB.¹, *Venus Burmeisteri* BORCH.² und ein 16 cm hoher, wenig gut erhaltener Steinkern eines Gastropoden, verwandt mit *Voluta nodulifera* BORCH.

Wenn wir stromaufwärts gehen, so treffen wir nunmehr rein fluviatile Bildungen in großer Verbreitung, zunächst dort, wo der bedeutendste Nebenfluß des Uruguay, der Rio Negro, in ihn einmündet, und von hier im Stromnetz aufwärts.

Im Gegensatze zu der sonstigen lockeren Beschaffenheit der Tosca genannten Kalkvorkommen stehen die vielfach recht massigen Kalkbänke, die bei Mercedes in Steinbrüchen sichtbar werden. Sie sind stets mehr oder weniger sandig und schließen auch stellenweise kleinere und größere Rollikiesel in Menge ein. Hangende Teile dieses sandigen fluviogenen Kalkes, der anderwärts in kalkigen Sand übergeht, sind kalkarm oder frei und zeichnen sich durch blaßrötliche Farben

¹ Die Stücke sind z. T. höher als die bei BORCHERT abgebildeten (1, Taf. III Fig. 27 u. 28) und besitzen dann einen stark vorragenden Wirbel, stimmen sonst aber gut mit den ersteren und der Abbildung der rezenten Schalen bei D'ORBIGNY überein.

² Ein wenig gut erhaltenes Exemplar, dessen Bestimmung nicht ganz sicher ist.

aus, ein Horizont, der vielfach in der Gegend von Mercedes zu beobachten ist.

Was bei dem Studium aller der Vorkommen besonders auffällt und für sie im Gegensatze zu jüngeren Schichten charakteristisch ist, das ist die stellenweise außerordentlich starke Verkieselung und dadurch bedingte Härtung der Gesteine. So sehen wir in einem Steinbruche bei Mercedes die höheren Teile des schon geschilderten Kalkes eine durch grobe Bänder und Nester hellgefärbter kieseliger Substanz gekennzeichnete Zone bilden, worauf dann erst der hier ungefähr 1 m mächtige, oben erwähnte blaßrötliche Horizont folgt. Am malerischen Steilufer des Rio Negro an der Einmündung des Arroyo Perico flaco¹ — eine Stelle, die schon CH. DARWIN erwähnt² — ist die oberste zwei bis drei Meter mächtige Schicht ein blutroter Kiesel mit wie zerfressen aussehender Oberfläche — vermutlich herrührend von einem ehemaligen, später ausgelaugten Kalkgehalte. Darunter folgt dann erst der blaßrötliche Horizont, dessen Lage zu den Kieselinterpositionen also offenbar wechselt. Auch er ist häufig stark mit Kieselsäure imprägniert.

Derartige junge Süßwasser-Kieselkalke finden sich noch mehrerorts im Süden des Landes, so bei der Station Isla Mala an der Bahnstrecke von Montevideo nach Durazno, ferner im Talgebiete des Arroyo Marincho (Dep. de Flores) und in dem des oberen Arroyo Grande (auf der Grenze zwischen dem letztgenannten und dem Dep. de Flores) usw. Auch erwähnt DARWIN (l. c. p. 138) ein derartiges Vorkommen, nämlich vom oberen San Salvador (zwischen den Bahnstationen La Lata³ und Drabble), „da die Straße über eine weite Strecke von Jaspis-Gesteinen mit vielem milchigen Achat führt“.

¹ An der größeren Flußschlinge NO des „s“ vom Worte „Mercedes“ der genannten Karte gelegen.

² 3, p. 39. In dem Abschnitte über die Pampasformation des wegen der Schärfe seiner Beobachtungen immer wieder zu bewundernden großen Forschers ist statt „Berquelo“ Bequeló und statt „Vivoras“ Víboras zu lesen. Wo die „Schlucht von Las Bocas“ (l. c. p. 137) liegt, konnte ich nicht feststellen; nach der beigegebenen Karte muß der Punkt ident sein mit dem Arroyo Las Vacas (d. i. Kuhbach).

³ C. GUILLEMAIN schreibt, entgegen der R. JANNASCH-Karte, La Plata.

Die Herkunft dieser großen Mengen kieseliger Substanz zu erklären, ist nicht einfach. DARWIN, der die nördlichen Departements des Landes nicht kannte, bringt das Gestein irrtümlicherweise zusammen mit den bekannten Achaten und Chalcedonen vom Alter der sogen. Serra Geral-Eruptivgesteine (21, p. 400). H. BURMEISTER dagegen (2, p. 75) führt an, daß die Gewässer der Gegend von Mercedes in dem Rufe stehen¹, viel aufgelöste Kieselsäure zu enthalten, denn der Silifikationsprozeß abgestorbener Zweige, welche im Boden stecken, gehe rasch von statten². Vielleicht hat man hierbei an gallertartigen, durch Diatomeen bewirkten Kieselabsatz, vielleicht auch an Abscheidungen warmer Quellen zu denken, deren Wasser sich im kristallinen Grundgebirge mit Kieselsäure belud und vielfach die Anlage der heutigen Bachläufe bildete. Für diesen Ursprung spricht möglicherweise ein Vorkommen von Manganschwärze³, einem Mineral, das an der Einmündung des Perico flaco in den Rio Negro den kalkigen Sand stellenweise imprägniert. Auch finden sich gerade hier kieselige Auskleidungen von Hohlräumen in Kalksandstein, die ganz den bekannten Achat-Chalcedonmandeln im Norden des Landes entsprechen.

Von dem Alter dieser Schichten soll weiter unten die Rede sein; ihr vorwiegender Bestandteil, der Sand, leitet sich größtenteils aus der während ungeheurer Zeiträume erfolgten Aufarbeitung des kristallinen Grundgebirges her⁴, und besteht vermutlich auch aus Resten der ehemals viel weiter ausgedehnten „Santa Catharina-Formation“, deren hangende Sandsteine vereinzelt bis an den La Plata reichen (22, p. 68).

¹ Das gleiche erwähnt S. ROTH von Paraná (9, p. 418).

² Es sei erwähnt, daß noch jetzt wie zu BURMEISTER'S Zeiten das Wasser des Rio Negro als heilkräftig gilt. So sah ich beim Übersetzen über den stattlichen Strom bei Mercedes, wie Mitreisende von dem trüben, schmutzigen Wasser schöpften und tranken. BURMEISTER nennt es ziemlich klar, doch scheint mir schon der Name des Flusses nicht auf diese Beschaffenheit hinzudeuten.

³ Entwickelt, mit konz. HCl erwärmt, Chlor.

⁴ Es ist anzunehmen, daß das Land seit dem ältesten Paläozoicum nicht mehr vom Meer bedeckt war.

b) Der eisenschüssige Sandstein.

1. Das geologische Vorkommen.

Im Vorhergehenden wurde gezeigt, wie die kalkreichen Sande und sandreichen Kalke nach ihrer Ausbildungsweise und ihrem Vorkommen einerseits als marine Strandbildungen, andererseits als Anschwemmungsprodukte eines im Vergleich zu heute erheblich wasserreicheren Flußnetzes aufzufassen sind. Zur möglichst vollständigen Rekonstruktion der damals herrschenden geologischen Bildungsverhältnisse ist noch eine Reihe von Beobachtungen nachzutragen, deren wichtigster Inhalt im folgenden mitgeteilt werden soll.

Wir gehen dabei von einem Naturdenkmal aus, das auf den ersten Blick schwer zu enträtseln ist und dessen Eigenartigkeit schon zu gewagten Erklärungsversuchen Anlaß gegeben hat: die „Gruta (Grotte) del Palacio“ auf der Cuchilla de Marincho¹ im Departement Flores (Taf. IV Fig. 3²). Man erreicht die unter dem Namen Rincon del Palacio bekannte Gegend in ungefähr vierstündiger Wagenfahrt von der Departementshauptstadt Trinidad aus, wohin neuerdings die Eisenbahn führt.

Man stellte sich bislang im Anschlusse an die Forschungen M. ISOLAS vor, daß dieses bombastischerweise „Palast“ genannte Gebilde von früher im Lande ansässigen Indianern gebaut worden sei. Dieser phantasievollen, aber durch nichts zu stützenden Meinung wurde neuerdings schon durch den Einwand begegnet, daß analoge Bildungen in der dortigen Gegend eine nicht unerhebliche Verbreitung haben³. Und in der Tat kenne ich derartiges aus verschiedenen weit voneinander gelegenen Teilen des südlichen Uruguay, in erster Linie aus der Gegend von Mercedes und oberhalb dieser Stadt am Arroyo Vera, einem linken Seitenflusse des Rio Negro⁴,

¹ Ungefähr bei dem „M“ dieses Wortes auf der oben genannten Karte. Diese gibt hier viel zu viel „Grundgebirge“ an.

² Ich verdanke dieses und das folgende Bild — meine photographischen Platten verdarben leider — dem lebenswürdigen Entgegenkommen des Herrn Gutsbesitzers H. TIDEMANN jun.

³ J. SCHROEDER, 14, p. 62.

⁴ In geringer Entfernung gegenüber dem Arroyo Don Esteban Grande in den Rio Negro mündend.

dann von Carmelo, vom Rio Santa Lucia im Departamento Canelones, schließlich von Molles im Dep. Durazno. Es handelt sich also in der Tat um eine ziemlich verbreitete Bildung. Doch kehren wir zu der Beschreibung der Gruta del Palacio zurück.

Sie liegt in einer schwachen mit lehmigen Absätzen erfüllten und aufschlußfreien wasserleeren Talsenke und das die Grotte zusammensetzende Gestein läßt sich fast im ganzen Verlaufe des oberen Talrandes verfolgen. Es hebt sich allorts schwach gesimsartig ab und macht an der abgebildeten Stelle nur deshalb einen so scharfen Absatz, da hier der Hang auf eine Strecke von ungefähr 15 m künstlich freigelegt wurde. So sieht man denn das Profil der höchst eigenartigen Erscheinung; es besteht aus einem 70—100 cm starken Dache und regellos verteilten, teilweise übermanns-starken und -hohen ungefügten Säulen (Taf. IV Fig. 4). Zwischen ihnen bemerkt man in weiter innen gelegenen Teilen der vielverzweigten Grotte einen hellgelblich gefärbten, schwach kalkhaltigen lockeren Sandstein oder Sand, der dem weiteren Eindringen in die Grotte Halt gebietet. Gegen den Eingang derselben ist er zum mehr oder weniger großen Teile infolge der lösenden Tätigkeit durch die Decke tröpfelnder Wässer weggespült. Dieser Vorgang bewirkt eine Unterwühlung der Decke und eine Lockerung der Säulen; erstere bricht herunter und beraubt die Pfeiler ihres Schutzes, worauf auch diese allmählich abbröckeln und verschwinden. So rückt das Gebilde immer weiter zurück und wird, da es hier wie anderorts nur eine verhältnismäßig beschränkte Tiefenausdehnung hat, in absehbarer Zeit ganz verschwunden sein.

Was nun das eigentliche Baumaterial von Decke und Pfeilern anlangt, so besteht es aus einem im frischen Bruche lebhaft rot gefärbten Gesteine von konkretionärem, kaum geschichtetem und, namentlich wo nicht ganz frisch, ziemlich lockerem Habitus und teilweise konglomeratischem Gefüge. Hierbei sind bis über walnußgroße, schwach gerundete tiefrote Brocken in einer helleren, lockeren und deshalb oft herausgewitterten Grundmasse eingebettet, jedoch ist das Mengenverhältnis derart, daß letztere vielfach fast ganz auf Kosten der Brocken verschwindet. Beiden Teilen gemeinsam

ist ein hoher Gehalt an Quarzkörnern, der unter der Lupe deutlich sichtbar wird.

Bevor eine Erklärung dieses Gebildes gegeben werden kann, sei noch das Wichtigste aus den Beobachtungen analoger Vorkommen mitgeteilt. Hervorzuheben ist dabei, daß die „Säulen“, wie sie so charakteristisch für die „Gruta del Palacio“ sind, in derartiger Ausbildung bei bedeutender Größe nirgends wieder angetroffen wurden.

Fig. 5 auf Taf. V, in der Gegend des Arroyo Vera aufgenommen, zeigt die Art des Auftretens der in Rede stehenden Bildungen als vielfach unterbrochene, z. T. sich weithin erstreckende, schwache Talsenken des einformig welligen Geländes einfassende und scheinbar über dem mit Gras bedeckten Pampaslehm gelegene¹ Streifen. Das immer wiederkehrende Profil dieser Gesimsreihen gibt Fig. 6 auf Taf. V wieder; es besteht aus rotem, konkretionärem, durch die Verwitterung zu klotzigen Bänken abgesondertem Gestein im Hangenden und darunter befindlichem lockerem hellem Sande. Den gleichen Anblick bieten kanzelartige Reste einer ehemals weiter ausgedehnten Bildung, wie sie in der Gegend von Carmelo nicht selten sind, wo sie sich gleichfalls unvermittelt aus dem Pampaslehm erheben.

Ein wenig vollständiger sind die Profile bei Mercedes. Hier ist das rote Gestein, wie man schon auf der Fahrt von Montevideo her sieht, stark entwickelt und sekundär in tafelförmige Höhen verteilt. Die besten Aufschlüsse befinden sich hinter dem Krankenhause, wo das Gestein in zahlreichen Brüchen abgebaut und — aus Mangel an Besserem — zu Schottermaterial verwendet wird. Es eignet sich jedoch hierzu äußerst wenig, so daß die Straßen der Stadt bei windigem Wetter in Wolken eines rotbraunen Staubes gehüllt sind.

¹ DARWIN (3, p. 137) schreibt: „Überdies sieht man an einem steil abstürzenden Theile der Schlucht von Las Bocas (s. o. Wa.) einen rothen Sandstein deutlich über einer dicken Schicht von blassem Lehm liegen, auch völlig gleich der Pampas-Formation, welche äußerst zahlreiche Concretionen echten Tosca-Gesteins enthielt. Dieser Sandstein erstreckt sich über viele Meilen Landes, er ist so roth wie die hellsten vulcanischen Scorien; er geht zuweilen in ein grellrothes aus den darunter liegenden primären Gesteinen zusammengesetztes Conglomerat über (? Wa.), und häufig in einen weichen, weißen Sandstein mit rothen Streifen.“

Das Hangende in den Steinbrüchen wird durch eine bis 3 m mächtige Decke von schmutzigweißer Tosca jüngeren Alters gebildet, während im Liegenden des grellroten aus gerundeten Brocken zusammengebackenen Gesteines¹ wie bei den früheren Profilen wieder ein heller, z. T. noch kalkiger Sand oder Sandstein sich findet, durch den das „Dach“ mit einigen bis zu 100 cm dicken „Säulen“ hindurchragt. Sie erscheinen an anderen Stellen gewissermaßen en miniature als feine, teils senkrechte, teils wagrechte, das Gestein sprenkelnde Bälkchen.

Das letzte der hier zu erwähnenden Vorkommen, nahe der Station Molles (Dep. Durazno) gelegen, zeichnet sich durch relative Frische des Materials aus und ist in mehreren Bahneinschnitten gut aufgeschlossen. Es zeigt auch hier dasselbe konglomeratistische Gefüge aus roten Knollen, deren tonige (?) Verbindungssubstanz größtenteils herausgewittert ist (s. die Textfigur). Gleichfalls finden sich hier Säulen und zapfenartige Verlängerungen des „Daches“ in den Sand im Liegenden sowie auch isolierte rote bombenartige Brocken in demselben, während an der Oberfläche seitlich der Einschnitte wieder der oben geschilderte Anblick ungefügter wirr angeordneter Blöcke sich darbietet.



Die einzige Stelle, wo sich über das Liegende der in Rede stehenden Bildungen etwas sagen läßt, fand ich nördlich der Stadt Canelones (Guadalupe) im gleichnamigen Departement. Es befindet sich dort das rote Gestein mit seiner Unterlage aus hellem, teilweise rot gesprenkeltem Sande (s. o.) unmittelbar dem kristallinen Grundgebirge aufgelagert. Dieses besteht aus einem stark verwitterten gneisartigen Biotit-

¹ Die durch Auswittern des Verbindungsmateriales der Brocken geschaffenen Hohlräume und feinen Kanäle sind hier mit einer dünnen Lage schwach bläulichschwarzer Substanz ausgekleidet (s. u.).

granit und dieser ist durchzogen von (?) Gängen und Nestern des stark verwitterten roten Materiales, das hier zahlreiche fremde, nicht näher bestimmbare Brocken enthält.

Auch dieses Vorkommen liegt scheinbar über Pampaslehm, am Rande eines auf der Karte nicht vermerkten kleinen, aber zeitweilig stark angeschwollenen Baches, des Canelongrande.

2. Mikroskopische und chemische Untersuchung.

Es liegen mir Dünnschliffe zu den roten Gesteinen von Molles und aus dem Krankenhausbruche von Mercedes vor. Sie zeigen sofort, daß man es hier mit einem feinkörnigen Quarzsandstein zu tun hat, dessen gerundete, selten 1 mm im Durchmesser enthaltende Körner durch ein auch im Schliffe noch lebhaft gelb- und rotbraunes Bindemittel zusammengehalten werden. Zwischen gekreuzten Nicols betrachtet, erscheint es bei schaligem Bau zum großen Teil anisotrop. Es umhüllt die Quarzkörner mit einer dünnen Rinde und erscheint außerdem in kleinen konkretionären, annähernd kugeligen Gebilden. Sie erreichen einen Durchmesser von 0,1 mm; die bei ihrem Zusammenstoßen freibleibenden, bogig gestalteten Hohlräume sind mit bedeutenden Mengen unregelmäßig geformter schwarzer Teilchen, vermutlich organischen Ursprungs erfüllt. Diese Substanzen liegen vereinzelt in einer isotrop erscheinenden, wahrscheinlich kieseligen Masse, meist aber sind sie in großer Menge in einem Mineral eingeschlossen, das z. T. allerdings ausgelaugt, z. T. aber in einzelnen oder marmorartig zusammengefügt Körnern erhalten ist. Sein optisches Verhalten (Kristallsystem, Spaltbarkeit, Licht- und Doppelbrechung) läßt es als Gips erscheinen und in der Tat konnte dieses Mineral dem oben an zweiter Stelle genannten Gesteine durch längeres Behandeln des Pulvers mit Wasser in der Wärme teilweise entzogen und durch Zusatz von BaCl_2 eindeutig bestimmt werden.

Sonstige am Aufbau des Gesteinsskeletts beteiligte Mineralien sind nicht zahlreich, aber für ihre Herkunft bezeichnend. Es fanden sich Körnchen von Feldspat (Ortho- und Plagioklas sowie Mikroklin), ferner Turmalin, ein Blättchen Biotit und vereinzelt Bröckchen, vermutlich herrührend von einem feinkörnigen aplitischen Granit.

Das Resultat der Analyse entspricht dem mikroskopischen Befunde, doch überrascht der in Anbetracht der lebhaft roten Farbe niedrige Gehalt an Fe_2O_3 ¹. Während die erste von mir ausgeführte Analyse das relativ frische gipsfreie Gestein vom Bahneinschnitte bei Molles betrifft, gibt die zweite ein von der Estancia Bopicuá nördlich Fray Bentos stammendes Material wieder.

| | I. | II. |
|--|--------|-------|
| SiO_2 | 78,68 | 72,86 |
| Al_2O_3 | 6,27 | 9,10 |
| Fe_2O_3 | 5,41 | 6,00 |
| MnO | 0,24 | — |
| CaO | 0,51 | 1,66 |
| MgO | 0,31 | 0,74 |
| K_2O | 0,74 | — |
| Na_2O | | |
| H_2O unter 105° | 2,17 | 2,85 |
| H_2O über 105° | 6,23 | 5,70 |
| S | — | 0,06 |
| Summe | 100,56 | 98,97 |

Im Aufschlusse mit HFl und H_2SO_4 wurde ferner qualitativ noch die reichliche Anwesenheit kohligter Substanz nachgewiesen. Ihr ist die Bildung von Pyrit zuzuschreiben, denn als dieses Mineral haben wir die erwähnten bläulich-schwarzen Inkrustationen im Krankenhausbruche von Mercedes zu deuten. Aus der Oxydation des Pyrits wiederum leitet sich das Sulfat her, das die Reste von Calciumcarbonat, die nicht durch Eisenoxyd verdrängt waren (s. u.), zu Gips umformte. Und schließlich werden so auch die von J. SCHROEDER (14) aus der Nähe der „Gruta del Palacio“ und analoger benachbarter Vorkommen beschriebenen Bodenausblühungen verständlich, die im Volke „Salpeter“ genannt werden, in der Tat aber wesentlich aus Glaubersalz bestehen.

3. Deutung der vorliegenden Bildungen.

Nach dem Gesagten kann kein Zweifel mehr bestehen, daß unser roter Sandstein, dessen Skelett im wesentlichen

¹ Es ist dies ein Zeichen dafür, wieviel von der Verteilung der zementierenden Substanz abhängt und läßt andererseits auf die Natur der oxydischen Verbindung schließen (s. u.). Bekanntlich schrieb J. WALTHER der dünnen, jedes Sandkorn umgebenden Rinde von Eisenoxyd die rote Färbung mancher Wüsten-Tribsande zu.

aus der Aufarbeitung alter, nicht weit entfernt liegender kristalliner Gesteine gewonnen wurde, durch Imprägnation eines ursprünglich kalkigen Sandes entstanden ist. Hierbei verdrängte das rote bis rotbraune Eisenhydroxyd-Hydrogel (vermutlich lateritischer Herkunft und Turjit-artiger Zusammensetzung) den im Sande verteilten Kalk, indem es einerseits die Quarzkörner umkrustete und andererseits sich in kleinen Konkretionen verfestigte. Sekundär ging später die amorphe teilweise in kristalline Substanz (Goethit) über.

Wo, wie aus der Gegend von Mercedes angegeben, der Kalk eine konglomeratische Struktur besaß und aus einem durch schwach kalkiges Sandzement verbundenen Haufwerk von gerundeten Brocken eines sandarmen Kalkes bestand, da bildeten die kalkreicheren Teile den Anziehungspunkt für die umwandelnden Lösungen und hierher rührt also der Aufbau des eisenschüssigen Sandsteins aus größeren und kleineren gerundeten kugeligen Brocken¹, die (wo sie nicht die ganze Masse ausmachen) durch sandige hellere und deshalb lockerere Partien getrennt werden. Und so erklärt sich, warum das Gestein bei der Verwitterung in ein Haufwerk von roten kugeligen Gebilden zerfällt.

Eine weitere Frage ist die nach der Natur jener das „Dach“ des „Palastes“ tragenden Säulen. Hier möchte man zunächst, bevor man die Natur des roten Sandsteins erkannt hat, an „Stiele“ eines deckenförmigen, gänzlich verwitterten und umgearbeiteten Ergußgesteines denken, oder etwa an Querröhren aufsteigender Eisensäuerlinge oder an sekundär ausgefüllte Strudellöcher im Sande — Deutungen, die alle nicht befriedigen. Man müßte, um nur einige Einwände hervorzuheben, dann fragen: wie erklären sich (bei etwa angenommenem fontalem Ursprunge der Gebilde) jene von der „Decke“ in den Sand herabhängenden Zapfen und die regellose Verteilung der Säulen, wie — im Falle der Annahme von Strudellöchern — die große Anzahl dieser Gebilde?

¹ Nicht zu verwechseln hiermit sind die auf p. 111 erwähnten undefinierbaren eckigen Brocken in dem Vorkommen bei der Stadt Canelones. Hier handelt es sich offenbar um imprägnierten Sand, der zusammen mit irgendwelchen Bruchstücken fremden Materiales in Klüfte des kristallinen Grundgebirges geschwemmt wurde.

Daß die pseudomorphosierenden Lösungen von oben kamen, geht schon daraus hervor, daß die tieferen sandigen Teile weniger stark imprägniert wurden als die hangenden. Hier, wo ein kalkiger Sand herrschte, setzte sich die Hauptmasse der Eisenlösung ab, während in die tieferen Teile nur Reste derselben eindringen. Warum aber in den pfeilerartigen Gebilden?

Die Antwort auf diese Frage drängt sich beim Betrachten des oben erwähnten Rio Negro-Steilufers an der Einmündung des Arroyo Perico flaco auf. Man beobachtet nämlich dort in den unteren zwei Dritteln des wohl 15—20 m hohen Profils, die ganz aus Sand und Kalk in verschiedenen Mengenverhältnissen bestehen, eine Art der Verteilung dieser beiden Komponenten, die ich als eine Art Zellenstruktur im großen bezeichnen möchte¹. Wie bei einem Zellendolomit, so unterscheidet man hier zwischen Scheidewänden und Hohlräumen. Die ersten werden durch mannsstarke, aus kalkigem Sande bestehende senkrechte und horizontale Wände dargestellt, während die Hohlräume in der Bildung begriffen sind, indem nämlich der zwischen die Wände eingeschlossene reine Sand auswittert. Die Größe einer derartigen von einem kalkigen Rahmen umgebenen Sandnische beträgt wohl über 1 qm. Die Entstehung dieser Struktur dürfte auf eine Art der Infiltration der Kalklösungen in den Sand an horizontal und vertikal verlaufenden Stellen geringeren Widerstandes zu suchen und durchaus mit der Bildung der Tosca-bänke zu vergleichen sein.

Wenn nun hier die Kalkwände in erster Linie durch die von oben eindringenden Eisenlösungen umgewandelt wurden, die dazwischen liegenden Teile aber nicht, so ist dies nur eine vergrößerte Wiedergabe der Erscheinung, wonach im konglomeratischen Kalke die kugeligen Kalk-Sandbrocken sich umwandeln, das sandige Zement aber wenig oder nicht. Es witterte infolgedessen oft heraus, wodurch die konglomeratische Struktur sich offenbarte. Die Analogie der beiden Erscheinungen scheint mir für die Richtigkeit ihrer Deutung zu sprechen.

¹ Eine photographische Aufnahme war bei meinem Besuche wegen des hohen Wasserstandes des Rio Negro leider nicht möglich, das Ufer fiel steil in diesen ab.

Es ergibt sich also aus dem oben Gesagten, daß der teils rein fluviatile, teils (am La Plata) fluviomarine kalkreiche Sand und der durch seine eigentümlichen Verwitterungsformen ausgezeichnete eisenschüssige Sandstein nicht sehr altersverschieden sind, wie das schon CH. DARWIN (3, p. 137) behauptet hat. Wir sehen das letztgenannte Gestein stets in geringerer oder größerer Nähe von Wasserläufen, die heutzutage allerdings oft stark in ihrer Wassermenge eingeengt, ja vielfach völlig trocken gelegt erscheinen. Die durch Imprägnation gegen die Abtragung widerstandsfähiger gemachten Sande sind Reste der höchstgelegenen, also ältesten Talterrassen; sie lassen einen Schluß auf die ehemalige Ausdehnung des Wassernetzes ziehen, wobei man zu sehr hohen Werten kommt. Das beste Beispiel hierfür ist das Vorkommen von Molles im Dep. Durazno, das man, da es bei einer Bahnstation gelegen ist, auf der Karte mit einiger Sicherheit festlegen kann, wenn auch Daten hinsichtlich der Höhe über dem Meeresspiegel und über dem Rio Negro ausstehen. Es liegt auf der Wasserscheide zwischen diesem und seinem wasserreichen Nebenflusse, dem Rio Yi, und nicht weniger als 27 km von dem ersteren und 36 km von dem letztgenannten Flusse entfernt. Bedeutend ist auch die Entfernung der „Gruta del Palacio“ (ca. 25 km) vom Arroyo Grande, Nebenflusse des Rio Negro, und am weitesten diejenige der Vorkommen am Unterlaufe des Rio Negro, wo fluviatile Sande bereits in der Umgebung der Station Palmitas, fast 40 km von Mercedes entfernt, auftreten.

Alles dieses deutet auf eine Zeit gewaltiger Überschwemmungen, mit denen verglichen die heutigen, die z. B. noch bei der Stadt Durazno am Yi eine mehrere Kilometer breite Strecke bedecken, nur ein schwacher Abglanz sind — eine Folge der Hebung des Landes, wodurch sein Relief sich vertiefte. Doch die unter dem Schutze des roten Sandsteins sich erhaltenden Terrassenbildungen legen Zeugnis ab von der Bedeutung früherer fluviatiler Tätigkeit.

c) Das genauere Alter des Tertiärs.

Welche Stellung in der Formationsreihe wir den geschilderten Absätzen zuweisen wollen, hängt offenbar ganz

davon ab, mit welchen Bildungen wir die marinen Bänke aus dem Departement Colonia parallelisieren und welches Alter wir diesen zusprechen wollen. Das Vorkommen von *Ostrea patagonica* und *Alvarezii*, ferner von *Nucula puelchana*, *Cardium magnum* und *Venus Münsteri* zeigt, daß man es mit einem Analogon der Paraná-Stufe zu tun hat, deren Alter von BORCHERT (1, p. 66) in Anbetracht des hohen Prozentsatzes der darin enthaltenen noch lebenden Arten als Pliocän bestimmt wurde. SANTIAGO ROTH (10, p. 140) bemerkt dazu, daß, wenn man wie üblich, das relative Alter der tertiären Schichten nach dem Prozentsatz der darin vorkommenden erloschenen Arten bestimme, man zu sehr verschiedenen Ergebnissen gelange, je nachdem man sich auf die marine oder die Säugetierfauna stütze. Das ist selbstverständlich und daher erklärt sich auch die allbekannte Schwierigkeit, die letzte mit der ersten zu parallelisieren. Stets wird aber — und zwar mit zweifellosem Recht — die Entwicklung der marinen Fauna als Grundlage genommen. Der Ansicht S. ROTH's, daß die Paraná-Schichten nicht jünger als Miocän seien, „da bis jetzt keine einzige heute lebende Säugetierart darin gefunden worden ist“, vermag ich also nicht beizutreten.

Hinzu kommt noch das mitgeteilte Auffinden von Resten eines wahrscheinlich dem *Mastodon* zugehörenden Stoßzahnes, einer Gattung, die nach S. ROTH in seiner u. a. die Paraná-Schichten enthaltenden miocänen „Unteren Pampasstufe“ noch nicht vorkommt.

Ob der rote Sandstein in der Tat jünger ist als die „Guaranitischen Sandsteine“ D'ORBIGNY's der argentinischen Provinzen Entrerios und Misiones, wie ich vermute, läßt sich noch nicht bestimmt sagen; BURMEISTER, dem die nahe Altersverwandtschaft der pliocänen Sande mit dem eisenschüssigen Sandstein entgangen war, parallelisiert diesen lediglich wegen seiner petrographischen Ähnlichkeit mit dem argentinischen, vermutlich alttertiären „Système guaranien“¹.

Eine Horizontierung innerhalb des Pliocäns ist zurzeit noch nicht möglich, liegt auch nicht im Rahmen dieser Arbeit;

¹ BURMEISTER spricht (2, p. 75) auch von Fossilien („Gyrogoniten“, vermutlich Foraminiferen) aus dem roten Sandstein; ich habe außer in den marinen Bänken am La Plata nirgends etwas von Fossilien beobachtet.

man hat sich aber, wie schon erwähnt, vor Augen zu halten, daß entsprechend ihrer Entstehung die am höchsten über und am weitesten von den jetzigen Wasserläufen entfernt gelegenen Absätze die ältesten Bildungen sind, die nach unten gegen das jetzige Flußbett zu jünger werden. Auf diese Weise betrachtet, erhält der rote Sandstein ein relativ hohes Alter¹. Und andererseits ergibt sich aus diesen Betrachtungen, daß die Terrasse², welche an der Punta Gorda die marinen Muschelbänke unterlagert und welche aus einem rötlichen Lehm besteht — jünger ist als das Pliocän, da sie ja unmittelbar zu den Absatzprodukten des heutigen La Plata überführt. DARWIN (3, p. 137) hatte diese Unterlagerung richtig beobachtet, war jedoch hierüber „so überrascht, wie er (D'ORBIGNY³) es nur gewesen sein konnte“, da er die Lehme für älter als die Muschelbänke hielt.

II. Das Diluvium.

Wenn man bei der Betrachtung dieser Formation wieder von dem Profil bei Montevideo (siehe p. 102) ausgeht, so fällt sofort einerseits der völlige Gegensatz in der Ausbildungsweise zwischen den oben beschriebenen liegenden und den hangenden Teilen auf. Dort helle, z. T. diagonal geschichtete Sande, bezw. lockere Sandsteine mit Tonen und Toscabänken und einzelnen Streifen gröberen abgerundeten Materials, hier eine bräunlich gefärbte ungeschichtete, ausgetrocknete, locker erdige Masse, in ihrer ganzen Höhe von gleichmäßig sehr feinkörniger Beschaffenheit. Zwischen den Fingern zerrieben, läßt sie kaum einmal ein Sandkorn erkennen. Der Boden besitzt infolgedessen ziemlich geringe Wasserdurchlässigkeit, beim Austrocknen reißt er besonders

¹ Zu dieser Erkenntnis führt auch die z. B. in der Gegend von Carmelo zu machende Beobachtung, wonach der rote Sandstein inselartig aus den Diluviallehmen herausragt: er ist von ihnen durch eine Erosionsdiskordanz getrennt.

² Sie prägt sich, stark in ihrer ursprünglichen Gestalt verändert, aus der Ferne gesehen dadurch aus, daß mit ihrem oberen Rande der Böschungswinkel des Steilufers abnimmt.

³ welcher „nicht geneigt war anzunehmen, daß Schichten von derselben Beschaffenheit wie die Pampasformation jemals unter den alten marinen tertiären Schichten liegen“.

an den Stellen, wo er nicht humifiziert ist und diese Risse vertiefen sich bei geringer Mächtigkeit des Diluviums oft bis zum Grundgebirge. Hierbei leistet die durchschnittlich 20—30 cm starke oberste humifizierte Schicht größeren Widerstand, sie wird aber an den Wänden des betr. Wasser-risses unterwaschen und stürzt schließlich herunter, womit das Spiel von neuem beginnt. Derartige mit steilen Wänden abbrechende, von einer Höhe zu einer Senke sich herabziehende Gräben sind allenthalben verbreitet; man kann an ihnen in kleinem Maßstabe das Rückwärtsverlegen des Talanfanges dartun. Der Anblick vom Wasser ausgewaschener Wände in Einschnitten, Wegeböschungen u. dergl. ist ganz derjenige, wie es der deutsche Löß so vielfach bietet und möge durch Fig. 7 auf Taf. V erläutert werden¹.

Was nun den Kalkgehalt dieser im ganzen Lande wohl nicht mehr als 30 m mächtigen Schicht anlangt, so ist er von der Oberfläche her zum größten Teile ausgelaugt und findet sich fast gänzlich auf die bekannten sog. Lößkindel konzentriert². Sie erreichen in größerer Tiefe z. T. bedeutenden Umfang, treten jedoch nirgends zu eigentlichen Bänken zusammen, sondern finden sich regellos z. T. in großer Menge im Diluvialboden zerstreut. Dieser braust infolgedessen, mit Salzsäure betupft, nicht, ist also petrographisch als Lehm zu bezeichnen. Von dem Gehalt an Sand soll weiter unten die Rede sein.

Man ersieht also aus dieser Schilderung den großen Gegensatz im geologischen Charakter der beiden Teile des Profils bei Montevideo und muß hieraus schließen, daß sich an der Grenze beider ein völliger Umschwung der Absatzverhältnisse vollzogen hat. Es mag in diesem Sinne auch noch an die Verschiedenheit in der Färbung der Sedimente erinnert werden. Sahen wir oben, wie der jungtertiäre fluviatile Sand stellenweise durch lebhaft rot gefärbte Verwitterungsprodukte zementiert wird, die ein letztes Ausklingen

¹ Man beachte auf dem Bilde die sich scharf abhebende oberste „Schicht“, den aus humifiziertem Lehm bestehenden eigentlichen Ackerboden.

² Die Analyse der Konkretionen zeigt, daß sie bis über 30% SiO₂ enthalten (11, p. 136); es gibt die Kieselsäure vermutlich den aus Quarzkörnern bestehenden Kern wieder, um den sich der kohlen-saure Kalk ausschied.

von klimatischen Bedingungen früherer Formationen wiedergeben¹ — so liefert unser Diluvium typische sogen. Braunerden, limonitische Lehme, deren färbender Bestandteil² sich unter humoser Bedeckung in einem gemäßigten Klima bildete.

Man möchte also nach Feststellung der Verschiedenheiten zwischen Liegendem und Hangendem in dem genannten Profile geneigt sein, nach einer Übergangsbildung zu suchen, nach einer Schicht, wo sich die Charaktere des Diluviums gewissermaßen „anlegten“. Da im Westen des Landes gegen den Uruguay zu die Schichtenfolge zweifellos vollständiger ist als im Osten, so betrachtet man daraufhin die einzigen vorhandenen natürlichen Profile an den Steilufern der Flüsse und sieht z. B. an der mehrfach erwähnten Punta Gorda, daß das untere Drittel der 20—30 m hohen Böschung, wie schon DARWIN und D'ORBIGNY beobachteten, aus rötlich gefärbten sandigen Lehmen bestehen, die entsprechend ihrem hohen Gehalte an recht kompaktem Kalke eine ziemlich bedeutende Festigkeit besitzen. Ganz analoge Absätze fand ich in einer Mächtigkeit von 2—3 m in Seitenarmen des Rio Santa Lucia unweit von Montevideo und möchte daraus entnehmen, daß diese an der Punta Gorda sich unmittelbar dem Pliocän anschließenden Absätze einen tieferen Horizont des Diluviums von fluviatiler Entstehung und deshalb lokalem Auftreten darstellen.

Dies steht in schroffem Gegensatze zu der Erscheinungsweise des jüngeren Diluviums, das gleichmäßig sowohl Hebungen wie Senken bedeckt. Infolge hiervon ragt hier und da der Untergrund, seiner Decke beraubt, sowohl auf der Höhe der „Cuchillas“ genannten Wasserscheiden, wie in den sanften Taleinsenkungen aus der Lehmdecke heraus.

¹ In einer früheren Veröffentlichung (18, p. 589, Fußnote) wurde auf die lebhaft rote Färbung mancher der vermutlich jungcretaceischen sogen. São Bento-Sandsteine hingewiesen.

² In charakteristischer Weise im La Plata-Wasser wiedergegeben. Den Namen „Silberstrom“ möchte ich in der Weise deuten, daß die Oberfläche des schmutzig braunen Gewässers durch die von einem Wolken-schleier bedeckte Sonne unter bestimmtem Winkel beleuchtet, in der Tat einen silberigen Glanz zeigt. Es ist dies ein Fall analog dem, wenn nichtmetallische Mineralien durch Einlagerung fremder, dunkel gefärbter Körnchen oder Blättchen einen metallartigen Glanz annehmen, wie es z. B. beim Bronzit bekannt ist.

Und so ist der so bezeichnende wellige Charakter des Landes, den man schon innerhalb der Stadt Montevideo beobachtet, nur eine mehr oder weniger gute Kopie der prädiluvialen Oberfläche. Sie ist mit andern Worten nicht so stark verkleidet wie in der argentinischen flachen Pampas, wo das Grundgebirge nur ganz selten (wie in den Höhenzügen der Provinz Buenos Aires) herausragt. Aber Wind und Wasser streben danach, die uruguayische der argentinischen Pampas ähnlich zu machen, hier abtragend und dort ausfüllend. So liegt denn anscheinend nichts näher, als die diluvialen Lehme auf diese Weise entstanden sich vorzustellen, wobei man dem Winde, gemäß einem damals herrschenden ausgesprochenen Steppenklima, die Haupttätigkeit zuschreiben darf. Aber keine Art der Aufarbeitung, wie immer sie auch geartet sein möge, vermöchte, wie G. STEINMANN erwähnt¹, so große Mengen Verwitterungsmaterial — auch bei Annahme großer Zeiträume — zu schaffen und unerklärlich bliebe, warum den Lehmen alle gröberen Beimengungen fehlen. Mechanische Analysen uruguayischer Böden liegen zwar erst in geringer Zahl vor (13 und 15), doch zeigen sie übereinstimmend den angegebenen Charakter. Den Kalkgehalt des Lößlehmes freilich würde man durch Aufarbeitung des uruguayischen Grundgebirges erklären können, ist dieses doch an vielen Stellen reich an marmorartigen Einlagerungen.

Von Interesse ist es, die mineralogische Zusammensetzung des Lehmes zu studieren, ein Gegenstand, dem bislang in Uruguay noch wenig Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Es ergaben mehrere aus verschiedener Tiefe genommene Proben², als „Feinerde“ im WAGNER'schen Zylinder behandelt, ein agrolologisch als „feiner Staub“ zu bezeichnendes Abschlämmmaterial, dessen Bestandteile nicht über 0,023 mm im Durchmesser enthielten. Bei der mikroskopischen Betrachtung dieser und der nächst gröberen Bestandteile des Feinbodens (bis wenig über 0,42 mm) zeigte sich, daß die Körnchen zum weitaus größten Teil³

¹ 17, p. 226.

² Ich verdanke dieselben und die Produkte der Schlämmanalyse meinem Kollegen, Herrn Dr. J. SCHROEDER.

³ Ganz vereinzelt fanden sich Körnchen von Feldspat und von einem pleochroitischen Mineral, vermutlich Hornblende.

aus Quarz bestanden und sämtlich von eckiger Gestalt waren. Es ist dies in erster Linie natürlich bezeichnend für äolischen Transport des Materials und weist, andererseits auf dessen Herkunft hin. Eine Vegetationsdecke, so schnell sie sich auch über einer Schicht zusammengetriebenen Verwitterungsmaterials ausgebreitet haben mag, wird meiner Meinung nach nicht imstande sein, so völlig die Silikate in assimilierbare Bestandteile und feinen Quarzsand, Ton, Eisenhydroxyde etc. zu zerspalten, wie S. ROTH (9, p. 430) meint. Dieser Forscher leitet den argentinischen Löß aus einer Umwandlung teils von Meeressand, teils von Verwitterungsmaterial mehr oder weniger benachbarter Gebirge her und kommt zu dem Resultate: „je weiter eine Gegend von einer Küste oder einem Gebirge entfernt ist, desto reiner ist der Löß und man kann an seiner Beschaffenheit leicht erkennen, ob er in der Nähe einer Küste oder eines Gebirges entstanden ist“. Nun, im südlichen Uruguay reicht der Lößlehm bis scharf an die See bzw. den La Plata und wird überall von Herausragungen des Grundgebirges unterbrochen. Dabei ist er so rein, d. h. frei von gröbereren Körnern wie möglich¹, ganz entsprechend wie in der Nähe der Gebirgszüge der Provinz Buenos Aires, auf die sich S. ROTH (9, p. 442) bezieht. Es müßte also nach ihm auch bei uns die Verwandlung des Gesteinsmaterials in Löß „eine ungemein langsame“ und seine Bildung eine sich durch Formationen hindurch fortsetzende gewesen sein.

Sollte hierin nicht einer der Gründe liegen, die S. ROTH veranlaßten, den größeren Teil der Pampasformation noch ins Tertiär zu stellen?

Der uruguayische Lößlehm ist in der Tat „ortsfremd“, er ist im Anschluß an G. STEINMANN (17, p. 227) als feinstes Ausblasungsmaterial der Grundmoräne einer zurückweichenden Binneneisdecke zu erklären.

¹ Hieraus erklärt sich seine Verwendung zum Brennen von Ziegeln und andererseits die starke Staubbildung des mit harter Kruste getrockneten Bodens. Dort jedoch, wo er humifiziert ist, besitzt er eine größere Kohärenz (s. o.) und aus diesen obersten dunkeln Teilen des grasbewachsenen Bodens sticht man deshalb das Baumaterial für die Ranchos, die primitivste Art der Gebäude, heraus.

Das lockere Gefüge des Lehmes weist ihn zur oberen Pampasstufe S. ROTH's; er ist nicht oder nur schwer von lokalisierten Bildungen zu unterscheiden, die als Postpampeano zu bezeichnen und als Abschwemmungsmaterial aufzufassen sind. Sie erweisen sich als solche mit Bestimmtheit dort, wo sie über Bänken mit rezenten Muscheln gelegen sind. Auf derartige Vorkommen von „gehobenen Muschelbänken“ aus der Umgebung von Montevideo hat bereits D'ORBIGNY (8, 3, 3, p. 23) hingewiesen und G. STEINMANN (16, p. 2) erwähnt sie kurz, um neuerdings noch einmal darauf zurückzukommen (7, p. 161), indem er von den jungquartären Muschelbänken aus der Umgebung von Montevideo spricht. Die Vorkommen liegen (s. die Kartenskizze in 19, p. 83) nahe dem Strande am Ostabhange des Cerro und an der Punta Brava, wo sie zurzeit durch Wegebauten gut aufgeschlossen sind. Sie liegen 6—7 m über dem heutigen La Plata und ruhen — wie besonders am Cerro zu erkennen — unmittelbar auf dem kristallinen Grundgebirge. Andererseits werden sie an der Punta Brava von einer noch nicht 1 m starken humifizierten Lehmdecke überlagert, die landeinwärts an Mächtigkeit stark zunimmt. Am Fuße des Cerro ist die Überlagerung nicht so deutlich.

Es handelt sich hier um eine ganz junge Bildung, was schon daraus hervorgeht, daß ein großer Teil der Schalen beträchtliche Farbreste aufweist. Besonders ist dies der Fall bei einem *Mytilus*, der häufigsten Form, die, wie schon D'ORBIGNY bemerkt, vom lebenden *Mytilus edulis* LIN. nicht zu unterscheiden ist. Weniger häufig sind *Ostrea puelchana* D'ORB., *Acmaea onychina* GOULD = *A. subrugosa* D'ORB., *Urosalpinx Rushii* PILSB. und *Chlorostoma* (*Neomphalius* FISCHER¹) *corrugatum* KOCH = *Trochus patagonicus* D'ORB.². Alles dieses sind Formen, die, wie ich mich z. T. an Vergleichsstücken überzeugen konnte, heutzutage noch vorkommen, und zwar in geringer Entfernung an der atlantischen Küste bei Maldonado, dort, wohin man nach der üblichen Auffassung die eigentliche Mündung des La Plata verlegt.

¹ Manuel de Conchyliologie, p. 821.

² 4, p. 136, 141, 21, 71 und 29.

Wir können so am Auftreten mariner Muscheln die allmähliche Entsalzung des La Plata verfolgen: im Pliocän Austernbänke an der Einmündung des Uruguay, die heutzutage an der atlantischen Küste bei Maldonado gelegen sind. Überraschend bleibt hierbei die — geologisch gesprochen — Schnelligkeit, mit der das Land aufstieg und somit die pliocäne Meeresbucht in das Astuarium des La Plata sich umwandelte.

Die Altersverwandtschaft des argentinischen mit dem deutschen Löß hat G. STEINMANN a. a. O. wahrscheinlich zu machen gesucht. Hiermit im Zusammenhange sei zum Schlusse noch hingewiesen auf das vereinzelt Vorkommen einer altbekannten Gastropodengattung, der *Succinea*. Ob die Art ident ist mit *S. oblonga* DRAP., vermag ich nicht zu sagen; A. D'ORBIGNY erwähnt sie aus der Gegend von Montevideo, wo das Tier unter Steinen, nahe von Bächen, lebe. Ich fand die zerbrechlichen Gehäuse mehr als 1 m unter der Oberfläche im Lehme der sogen. Tablada nördlich von Montevideo. Ob es sich auch hier um „Postpampeano“ handelt, vermag ich nicht zu sagen; es ist möglich, daß manches aus dem uruguayischen Diluvium als verschwemmter Löß aufzufassen ist.

Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse.

1. Das Liegende der neozoischen Bedeckung in Uruguay wird durch fluviatile und fluviomarine Sande, Sandsteine, Kalke und Tone gebildet.
2. An der La Plata-Küste des Landes schließen die durch epirogenetische Bewegung gehobenen Muschelbänke Leitfossilien der Paraná-Stufe ein, woraus sich ihr pliocänes Alter ergibt.
3. Im Gebiete des Uruguay und Rio Negro sowie anderer Flußläufe ist ein Teil der fluviatilen Sande in eigenartiger Weise durch Eisenlösungen imprägniert, deren Beschaffenheit auf das bei ihrer Bildung herrschende Klima schließen läßt.
4. Die hieraus entstandenen, lokal auftretenden, blutrot gefärbten Sandsteine erweisen sich durch ihr Vorkommen als Reste alter Flußterrassen und deuten auf

die Ausdehnung jungtertiärer fluviatiler Überschwemmungen hin.

5. Am La Plata unweit Palmira werden die pliocänen hellen Sande von rötlich gefärbten, fossilleren, sandigen und kalkreichen Lehmen unterlagert, denen ein alt-diluviales Alter zugeschrieben wird. Dieser Horizont fluviogenen Charakters tritt nur vereinzelt im Lande auf.
6. Der Oberen Pampasformation gehören die Lehme an, die gleichmäßig das Grundgebirge überdecken, so daß der wellige Charakter des Landes aus der entsprechenden Gestaltung der prädiluvialen Oberfläche sich ergibt.
7. Aus der „Ortsfremdheit“ dieses jüngeren Diluviums folgt seine äologlaziale Entstehung.
8. Da die Lehme an einzelnen Stellen Bänke rezenter Muscheln überlagern, so sind sie z. T. vom Alter des Postpampeano.

Montevideo, November 1913.

Literaturverzeichnis.

1. BORCHERT, A.: Die Molluskenfauna und das Alter der Paraná-Stufe. Dies. Jahrb. Beil.-Bd. XIV. 1901.
2. BURMEISTER, H.: Reise durch die La Plata-Staaten. 1861.
3. DARWIN, CH.: Geologische Beobachtungen über Südamerika. Deutsche Übers. von J. V. CARUS. 1878.
4. FORMICA CORSI, A.: Moluscos de la República O. del Uruguay. 1901.
5. GUILLEMAIN, C.: Zur Geologie Uruguays. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 63. Monatsber. No. 4. 1911.
6. — Beiträge zur Geologie Uruguays. Dies. Jahrb. Beil.-Bd. XXXIII. 1912.
7. LEHMANN-NITSCHKE: Nouvelles recherches sur la formation pampéenne. Revista del Museo de La Plata. 14. p. 143. 1907.
8. D'ORBIGNY, A.: Voyage dans l'Amérique méridionale. 1842.
9. ROTH, S.: Beobachtung über Entstehung und Alter der Pampasformation in Argentinien. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 40. 1888.
10. — Beitrag zur Gliederung der Sedimentablagerungen in Patagonien und der Pampasregion. Dies. Jahrb. Beil.-Bd. XXVI. 1908.
11. SCHROEDER, J.: Composición de concreciones calcáreas. Revista del Instituto de Agronomía in Montevideo. 3. p. 136. 1908.
12. — Informe sobre varios viajes de estudio por los Dep. de San José, Colonia y Soriano. Ebenda. 7. p. 30. 1910.
13. — Informe sobre un viaje de estudio á la ciudad de Minas y sus alrededores. Ebenda. 7. p. 35. 1910.

14. SCHROEDER, J.: Informe sobre un viaje de estudio á la estancia TIDEMANN en Porongos. Ebenda. p. 58. 1910.
15. — Composición física de suelos de buena producción de *Medicago alfalfa*. Ebenda. 12. p. 48. 1913.
16. STEINMANN, G.: Beiträge zur Geologie und Paläontologie von Südamerika. Vorwort. Dies. Jahrb. Beil.-Bd. VIII. 1892.
17. — Diluvium in Südamerika. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 58. Monatsber. p. 215. 1906.
18. WALTHER, K.: Über permotriassische Sandsteine und Eruptivdecken aus dem Norden der Republik Uruguay. Dies. Jahrb. Beil.-Bd. XXXI. 1911.
19. — Das kristalline Grundgebirge in der Umgebung von Montevideo. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 63. Monatsber. p. 82. 1911.
20. — Zur Geologie der Gegend von Seibal im Staate Rio Grande do Sul und ihrer Kupfererzlagernstätten. Zeitschr. f. prakt. Geol. 20. p. 404. 1912.
21. — Über Transgressionen der oberen Gondwana-Formation in Südbrasilien und Uruguay. Centralbl. f. Min. etc. 1912. p. 398.
22. — Über ein Vorkommen von Epidotadinole und gefritteten Sedimenten aus dem Süden der Republik Uruguay. Ebenda. 1913. p. 68.
23. — Über Vorkommen und Entstehung eines Talkschiefers in Uruguay und über seine partielle Verkieselung. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1914.

Tafel-Erklärungen.

Tafel III.

- Fig. 1. Profil durch das jüngste Tertiär und die Obere Pampasformation bei Montevideo.
" 2. Toscabänke im Tertiär ebenda.

Tafel IV.

- Fig. 3. } Die „Gruta del Palacio“ im Dep. Flores.
" 4. }

Tafel V.

- Fig. 5. } Reste von Flußterrassen aus eisenschüssigem Sandstein
" 6. } im Dep. Soriano.
" 7. Oberfläche diluvialer Lehme bei Montevideo.



1.



2.

Lichtdruck v. M. Rommel & Co., Stuttgart.



3.



4.

Lichtdruck v. M. Rommel & Co., Stuttgart.



5.



6.



7.

Lichtdruck v. M. Rommel & Co., Stuttgart

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1914

Band/Volume: [1914_2](#)

Autor(en)/Author(s): Walther Karl

Artikel/Article: [Mitteilungen aus der „Seccion Mineralogia y Geologia“ des „Instituto de Agronomia“ in Montevideo. 100-126](#)