

Zeitschrift:	Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber:	Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band:	28 (1935)
Heft:	1
Artikel:	Die stratigraphischen Verbeitung der tertiären Orbitoiden, mit speziellen Berücksichtigung ihres Vorkommens in Nord-Venezuela und Nord-Marokko
Autor:	Senn, Alfred
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-159500

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 13.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Die stratigraphische Verbreitung der tertiären Orbitoiden,

mit spezieller Berücksichtigung ihres Vorkommens
in Nord-Venezuela und Nord-Marokko.

Von ALFRED SENN, Basel.

Mit 2 Tabellen (Taf. VIII und IX) und 1 Textfigur¹).

Inhalt.

	Seite
I. Einleitung	51
II. Die stratigraphische Verbreitung der Orbitoiden in Nordwest-Venezuela	57
III. Die stratigraphische Verbreitung der Orbitoiden in Nordwest-Marokko	84
IV. Die stratigraphische Verbreitung der Orbitoiden in Südalien und Sizilien	93
V. Beobachtungen über Aufarbeitung von Foraminiferen	96
VI. Die stratigraphische Verbreitung der Orbitoiden im allgemeinen . .	99
VII. Die Deutung der Altersdifferenzen im Auftreten der Orbitoidengenera	106
VIII. Die Bedeutung der Orbitoiden als Leitfossilien	107
IX. Literatur	108

I. Einleitung.

Am Ende des vorigen Jahrhunderts gelangten unabhängig voneinander arbeitende Forscher, H. DOUVILLÉ einerseits (Lit. 31) und R. D. M. VERBEEK andererseits (Lit. 116), in weit auseinanderliegenden Gebieten zu der Ansicht, dass die Orbitoidengattungen *Orbitoides* D'ORBIGNY (s. str.), *Discocyclina* GÜMBEL (= *Orthophragmina* MUNIER-CHALMAS) und *Lepidocyclina* GÜMBEL successive die Oberkreide, das Eocän und das Oligocän resp. Miocän charakterisieren.

Man muss die Schwierigkeiten kennen, die dem Tertiärstratigraphen daraus erwachsen, dass im Tertiär so vorzügliche Leit-

¹) Tafel VIII und Textfigur, die sich auf Venezuela beziehen, wurden englisch beschriftet, da sie hauptsächlich Geologen englischer Zunge interessieren dürften.

fossilien, wie die Ammoniten, vollständig fehlen, um zu verstehen, eine wie freudige Aufnahme und rasche Verbreitung die VERBEEK-DOUVILLÉ'sche Entdeckung gefunden hat. Zwar traten schon von 1904 an einige italienische Geologen in scharfe Opposition zu dieser Ansicht, indem sie behaupteten, dass in Südalien *Orbitoides* s. str., *Discocyclina*, *Lepidocyclina* und sogar *Miogypsina* in grosse Nummuliten führenden Eocänschichten auftraten, woraus sie folgerten, dass den Orbitoidengattungen keine Bedeutung für die stratigraphische Gliederung des Tertiär-Systems zukomme. Es entstand so ein bis heute andauernder Meinungsstreit, in welchem auf der einen Seite hauptsächlich HENRI und ROBERT DOUVILLÉ, auf der andern vornehmlich G. CHECCHIA-RISPOLI, unterstützt von P. L. PREVER, F. SACCO und G. DI STEFANO, standen. Eine mittlere Stellung nimmt A. SILVESTRI ein, der zwar bis in die neueste Zeit (1931, Lit. 94, p. 32) verneint, dass der Beweis des Auftretens der Lepidocyclinen im italienischen Eocän bis jetzt erbracht wurde, der aber gleichzeitig das Zusammenvorkommen von Discocyclinen und Lepidocyclinen im Priabonien des Apennin, welche Stufe er ins Untere Oligocän verweist, annimmt²⁾. In diesem Meinungsstreit siegte offensichtlich die Ansicht der französischen Forscher, wohl besonders infolge der grossen Autorität des „*Traité*“ von E. HAUG, durch welchen sie eine grosse Verbreitung und folgende Darstellung fand (Lit. 49, p. 1165, 1420, 1600, 1608):

<i>Orbitoides</i> s. str.	Obere Kreide, vom Campanien an
„ <i>Orthophragmina</i> “	Montien bis Ludien
<i>Lepidocyclina</i>	Rupélien bis unteres Burdigalien
<i>Miogypsina</i>	Burdigalien

Erst als relativ spät (von 1917 an) die genauere Erforschung der nordamerikanischen Orbitoiden-Schichten einsetzte, erkannte man, dass in Amerika die stratigraphische Verbreitung der Orbitoiden insofern von der in Europa und Indien erkannten abweicht, als dort die Lepidocyclinen im Obereocän mit den letzten Discocyclinen vergesellschaftet sind.

Seither ist in Amerika, hauptsächlich auch infolge der durch die Petroleumindustrie veranlassten, intensiven geologischen Erforschung dieser Länder, die stratigraphische Verbreitung der Orbitoiden genau bekannt geworden. Dasselbe gilt für den ostindischen Archipel, so dass wir heute vornehmlich in drei Hauptgebieten über die stratigraphische Verbreitung der Orbitoiden eingehend unterrichtet sind: Europa (im besonderen Aquitaine und Piemont), Amerika (worunter ich im Rahmen dieser Arbeit die Vereinigten Staaten,

²⁾ Ich werde später nochmals auf die Streitfrage des Auftretens der Lepidocyclinen im italienischen Eocän zu sprechen kommen.

Mittelamerika und die Antillen verstehen) und Ostindien (womit der ostindische Archipel gemeint ist)³⁾.

In den letzten Jahren hatte ich Gelegenheit, im Laufe biostratigraphischer Untersuchungen, die ich im Auftrage von Erdölgesellschaften im nördlichen Venezuela und im nördlichen Marokko, durchführte, mich auch mit der stratigraphischen Verbreitung der Orbitoiden in diesen Ländern zu beschäftigen, und ich habe Verhältnisse angetroffen, die in mancher Hinsicht etwas abweichen von dem, was aus den nördlich vorgelagerten Gebieten von Amerika (im oben definierten Sinne) und Europa bekannt geworden ist.

Die Untersuchungen in Venezuela (Staaten Falcón und Lara) wurden ausgeführt im Auftrage der NORTH VENEZUELAN PETROLEUM COMPANY LTD. in den Jahren 1927 bis 1932. Was das Studium der Orbitoiden anbelangt, so beschränkte ich mich in der Hauptsache auf die Bestimmung der Gattungen, während die genaue spezifische Bestimmung durch Spezialisten vorgenommen wurde. So sind bereits zwei auf unser Orbitoiden-Material sich beziehende Arbeiten erschienen, die eine von N. E. GORTER & I. M. VAN DER VLERK (Lit. 47), die andere von D. W. GRAVELL (Lit. 48). Da in beiden Arbeiten einige auf ungenügender Verbindung zwischen den in Venezuela tätigen Geologen und den in Holland und Amerika arbeitenden Paläontologen beruhende Irrtümer unterlaufen sind, und da das von den erwähnten Autoren bearbeitete Material nur den kleinsten Teil des von mir untersuchten Materials ausmacht, scheint es mir heute angebracht, einen kurzen Überblick über die Auffeinanderfolge der Formationen und die in ihnen enthaltenen Orbitoidenfaunen zu geben.

Der NORTH VENEZUELAN PETROLEUM COMPANY, besonders ihrem Direktor, Herrn R. BEAUMONT in London und dem Chefgeologen, Herrn Dr. H. G. KUGLER, zurzeit in Trinidad, schulde ich für die Erlaubnis zu vorliegender Veröffentlichung grossen Dank. Ganz besonders verpflichtet bin ich dem letzteren für seine grosszügige und weitblickende Unterstützung, die er meinen Untersuchungen stets zuteil werden liess. Dankbar gedenke ich auch der vielen Kollegen, die ausser Dr. KUGLER und mir am Sammeln des Orbitoiden-Materialeis sich beteiligten, mich mit stratigraphischen Angaben unterstützten und die ich auf Exkursionen begleiten durfte, die Herren Drs W. BERNOLLI, J. O. BOWER, W. BRUDERER, E. BUCK, P. CHRIST, O. GUTZWILLER, H. D. HEDBERG, L. KEHRER, W. T. KELLER, P. LEUZINGER, E. H. LOLLAR, P. MEESMANN †, R. H. MITCHELL, H. SUTER, L. VONDERSCHMITT, C. WIEDENMAYER.

Die Untersuchungen in Marokko (Gegend zwischen Ouezzane und Souk el Arba du Rharb), mit denen ich von Oktober 1933

³⁾ Es sei hier bemerkt, dass Orbitoiden auch in andern Gebieten der Erde vorkommen. Es sollen aber im Rahmen dieser Arbeit nur einige Haupt-Regionen Berücksichtigung finden, aus denen die stratigraphische Verbreitung der Orbitoiden durch eingehendes Studium der Profile genau bekannt geworden ist.

bis Juli 1934 beschäftigt war, wurden veranlasst durch Herrn L. MIGAUX, Direktor des BUREAU DE RECHERCHES ET DE PARTICIPATIONS MINIÈRES (B.R.P.M.) in Rabat, und Herrn H. DE CIZANCOURT, Chefgeologe der COMPAGNIE FRANÇAISE DES PÉTROLES in Paris. Ich bin diesen Herren zu grossem Dank verpflichtet für die Erlaubnis, einige Resultate der in ihrem Auftrage ausgeführten Studien hier veröffentlichen zu können, sowie für die weitherzige Unterstützung, die sie mir in jeder Hinsicht zuteil werden liessen. Mein Dank gebührt auch Herrn Dr. J. LACOSTE, dem Chefgeologen des B.R.P.M. in Rabat, dessen hohe Kompetenz in allen Fragen der Rif-Geologie mir jederzeit zur Verfügung stand. Der Liebenswürdigkeit von Frau M. DE CIZANCOURT, welche die Bearbeitung des umfangreichen Nummuliten-Materiales übernommen hat, verdanke ich es, einige von ihr ausgeführte, vorläufige Nummuliten-Bestimmungen schon hier verwerten zu dürfen.

Die diesen Untersuchungen zugrunde liegenden detaillierten Profilaufnahmen, die Aufsammlungen des Materiales, sowie das Studium der Orbitoiden wurde zum grössten Teil von mir selbst ausgeführt. Die Bestimmung der Orbitoiden wurde dadurch wesentlich erleichtert, dass sie sich nicht nur auf Material aus harten Gesteinen stützen musste, sondern dass mir von fast sämtlichen Fundstellen auch zahllose freie, durch Schlämme erhaltene Orbitoiden zur Verfügung standen, im Gegensatz zu BOURCART & DAVID, welche fast ganz auf Gesteinsdünnenschliffe angewiesen waren (Lit. 9, p. 54). Herrn V. OSTROWSKY in Rabat bin ich für die Anfertigung einer grossen Zahl von Anschliffen freier Orbitoiden grossen Dank schuldig. In der vorliegenden Arbeit werden nur einige vorläufige Angaben gemacht, während beabsichtigt ist, später in Zusammenarbeit mit Frau DE CIZANCOURT eine eingehende stratigraphisch-paläontologische Darstellung zu veröffentlichen.

Nachdem ich im Januar 1934 meine Feldarbeit abgeschlossen hatte, kam mir eine Arbeit von J. BOURCART und Fräulein E. DAVID (Lit. 9) zu Gesicht, welche sich mit der Stratigraphie und Paläontologie derselben Schichten und desselben Gebietes befasst. Das Verdienst dieser Autoren ist es, das Auftreten der Lepidocyclinen im marokkanischen Obereocän nachgewiesen und erkannt zu haben, dass es sich um isolepidine Formen amerikanischer Verwandtschaft handelt. Im übrigen kann ich jedoch mit der in dieser Arbeit vertretenen Auffassung über die stratigraphische Verbreitung der Orbitoiden in Nordmarokko nicht einig gehen, gebe also in der vorliegenden Arbeit meine persönliche Auffassung wieder, welche sich auf detaillierteste Aufnahme einiger Profile stützt.

Herr Prof. Dr. M. GIGNOUX hatte die Freundlichkeit, mich darauf hinzuweisen, dass einer seiner Schüler (Herr FLANDRIN) in Algerien ebenfalls eine von der üblichen abweichende stratigraphische Verbreitung der Orbitoiden feststellen konnte. Da meine Arbeit schon

zum grössten Teil abgeschlossen war, habe ich es unterlassen, mich mit Herrn FLANDRIN in Verbindung zu setzen. Umso interessanter wird es sein, zu vergleichen, inwieweit die unabhängig voneinander in Algerien und Marokko gewonnenen Resultate miteinander übereinstimmen.

Meinem Freunde Dr. R. RUTSCH verdanke ich manche guten Ratschläge bei der Abfassung der vorliegenden Arbeit.

Bezüglich der in dieser Arbeit verwendeten stratigraphischen und paläontologischen Nomenklatur möchte ich folgendes bemerken:

1. Der in dieser Arbeit verwendete Begriff „Untereocän“ umfasst das Paleocän und das Yprésien.
2. In der Unterteilung des Ober- und Mitteleocäns folge ich der Darstellung von ABRARD (Lit. 1), welcher zum Mittelocän allein die Stufe des Lutétien zählt und das Obereocän (= Bartonien) in Lédién und Wemmelien unterteilt. Diese Vereinfachung der Einteilung ist besonders für aussereuropäische Regionen zu begrüßen.
3. Das Aquitanien rechne ich in Anlehnung an die Resultate der Säugetierpaläontologie zum Oligocän.
4. Ich gebrauche in dieser Arbeit den seit über 100 Jahren eingebürgerten Gattungsnamen *Nummulites* LAMARCK, während *Camerina* BRUGUIÈRE nur bei Zitaten Verwendung findet.
5. Der Gattungsnname „*Orthophragmina*“ MUNIER-CHALMAS wird nur bei Zitaten verwendet und wird im übrigen durch *Disco-cyclina* GÜMBEL s. l. ersetzt.
6. Einteilung der Lepidocyclinen in Subgenera:

H. DOUVILLÉ (Lit. 36, p. 11) benützt zur Charakterisierung seiner Untergattungen in erster Linie die Form und Anordnung der Äquatorialkammern, in zweiter Linie die Struktur des Embryonalapparates. VAN DER VLERK (Lit. 106) und VAUGHAN (Lit. 113) haben aber nachgewiesen, dass die Äquatorialkammern zur Unterscheidung der Subgenera nicht verwendet werden können, da sie innerhalb einer Art, ja sogar innerhalb eines Individuum s variieren. Meine Erfahrung bestätigt die Ansicht dieser Forscher, während die Schule H. DOUVILLÉ's auch heute noch einer gegenteiligen Meinung huldigt, wie z. B. aus der kürzlich erschienenen Arbeit von BOURCART & DAVID (Lit. 9) hervorgeht. Anlässlich der Beschreibung der Äquatorialkammern von „*Nephrolepidina paelouroueri*“ H. DOUVILLÉ, lesen wir dort auf p. 46: „les logettes restent ogivales, tandis qu'elles sont hexagonales dans les Isolepidines“. Dies steht in direktem Gegensatz zu den Abbildungen der Tafel VI, wo die in Fig. 2 dargestellte „*Isolepidina mauretanica*“ keine hexagonalen, sondern typisch „ogivale“ Äquatorialkammern aufweist, während dagegen bei der in Fig. 3 reproduzierten *Nephrolepidina paelouroueri* eher die Tendenz

zu einer hexagonalen Formung der Mediankammern in Erscheinung tritt.

VAN DER VLERK und VAUGHAN gründen also die Subgenera allein auf die Form und Anordnung der Embryonalkammern. Wenn auch zugegeben werden muss, dass bei den meisten Arten nur eine einzige der von H. DOUVILLÉ unterschiedenen Formen des Embryonalapparates auftritt, so sind doch einige Arten bekannt geworden, bei denen bei gleichbleibenden übrigen Merkmalen der Embryonalapparat verschieden ist. So z. B. zeigt die amerikanische *Lepidocyclina undosa* CUSHMAN bald einen eulepidinen, bald einen nephrolepidinen Embryo (Lit. 114, p. 8)⁴⁾, während die nordafrikanische *Lepidocyclina tournoueri* LEMOINE & R. DOUVILLÉ teils einen nephrolepidinen, teils einen isolepidinen Embryonalapparat aufweist (*L. praetournoueri* H. DOUV. Lit. 36, p. 60/61).

Trotzdem sind sowohl VAN DER VLERK (Lit. 106, p. 183), als auch VAUGHAN (Lit. 114, p. 8) der Meinung, dass die Form der Embryonalkammern ein gutes Merkmal für die Unterscheidung von Untergattungen abgebe. Ohne die Entwicklungsgeschichtliche Bedeutung der verschiedenen Embryoformen, deren polylepidines Anfangsstadium in den ältesten Schichten, deren eulepidines Endstadium in den jüngeren Schichten auftritt, in Abrede stellen zu wollen, glaube ich, dass man ein innerhalb einer niedereren systematischen Kategorie (Spezies) variierendes Strukturelement nicht als einziges (!) Charakteristikum einer höheren systematischen Kategorie gebrauchen darf. Die Verwendung der Formung der Embryonalkammern als einziges Subgenus-Merkmal muss wohl auch deshalb abgelehnt werden, weil sie nur für die makrosphärische Generation Geltung haben kann.

Aus diesen Gründen verzichte ich, in der vorliegenden Arbeit die bereits eingebürgerten Subgenusnamen zu verwenden, behalte aber H. DOUVILLÉ's Bezeichnungen (plio-, poly-⁵⁾, iso-, nephro-, eulepidin) für die verschiedenen Typen des Embryonalapparates bei, denen ich Entwicklungsgeschichtlich eine hohe Bedeutung zumesse (siehe p. 104).

W. SCHEFFEN (Lit. 85) hat ebenfalls darauf hingewiesen, dass die Struktur des Embryonalapparates nicht für die Begründung von Untergattungen verwendet werden darf. Wenn ich aber der Auffassung bin, dass die Gattung *Lepidocyclina* GÜMBEL genügend eng gefasst ist und keine weitere Unterteilung mehr benötigt, schlägt SCHEFFEN unter Heranziehung neuer Gesichtspunkte vor, die „*Lepidocyclinen* zu einer Familie *Lepidocyclinidae* zu erheben“ und in vier Genera

⁴⁾ So kommen zwei der hervorragendsten Orbitoidenspezialisten dazu, diese Spezies verschiedenen Subgenera zuzuweisen. VAUGHAN (Lit. 114) stellt *L. undosa* CUSHMAN zu *Nephrolepidina*, VAN DER VLERK (Lit. 47) zu *Eulepidina*.

⁵⁾ Nach VAUGHAN 1924.

und acht Subgenera, deren Namen übrigens noch nicht erschienen sind, zu teilen, in ähnlicher Weise, wie dies PREVER seinerzeit für die Nummuliten vorgeschlagen hatte.

II. Die stratigraphische Verbreitung der Orbitoiden in Nordwest-Venezuela.

1. Misoa-Trujillo Formation. Die älteste bis heute aus Nordwest-Venezuela bekannt gewordene Orbitoidenfauna stammt aus der im übrigen fossilarmen Misoa-Trujillo Formation der Serranía de Trujillo, welche Formation dort konkordant über den durch ihre Ammoniten- und Kleinforaminiferenfauna datierten obercretacischen Colon-Shales folgt. An der Basis der Misoa-Trujillo Sandsteine finden sich auf der Westseite des Maracaibo-Sees wenig mächtige Mergelkalke, welche massenhaft *Venericardia „planicosta“ LAMARCK*⁶⁾ führen sollen (Lit. 66) und infolge ihrer stratigraphischen Position dem untersten Eocän zugeschrieben werden (Guasare-Kalk)⁶⁾. Die durch Dr. M. BLUMENTHAL, dessen Briefwechsel mit Dr. A. TOBLER † ich die hier gegebenen stratigraphischen Angaben verdanke, aufgefundene Orbitoidenfauna⁷⁾ liegt ca. 1000 m über der Basis der Misoa-Trujillo Formation und stammt aus den Grenzschichten zwischen einer unteren Abteilung (1000 m), in der die Schiefertone gegenüber den Sandsteinen vorherrschen, und einer oberen Abteilung (1300 bis 1500 m), in der umgekehrt die Sandsteine vorwiegen. Die Fauna ist durch die Fundorte 3 (Rio San Juan) und 7 (Quebrada Pallida im Oberlauf des Rio Pauji) der GORTER-VAN DER VLERK'schen Arbeit vertreten (Lit. 47 p. 95) und enthält:

Discocyclina (Discocyclina) sp.

Lepidocyclina cf. trinitatis H. DOUVILLÉ

? *Pellatispira* sp.

Das Zusammenvorkommen von Discocyclinen und Lepidocyclinen würde am ehesten auf Obereocän hinweisen, aber gegen diese Auffassung erwachsen Bedenken aus der stratigraphischen Position der Fauna, da diese sich 2200—2400 m tiefer im Profil befindet, als die durch TOBLER (Lit. 99) aus dem Rio San Pedro beschriebene Ober-eocänaufauna, die, wie wir sehen werden (p. 67f.), in Venezuela noch keineswegs das oberste Eocän repräsentiert.

⁶⁾ Dieser Horizont ist mit MAURY's Soldado-formation des Soldado-rock-Profiles zu vergleichen, welche diese Autorin der nordamerikanischen Midway-Stufe und dem europäischen Montien-Thanétien gleichstellt (Lit. 68).

⁷⁾ Eine noch etwas ältere Fauna scheint durch Fundort 4 (Lit. 47) vertreten zu sein. Sie entstammt einem Geschiebe des Rio San Juan (Nebenfluss des Rio Motatan) und enthält *Discocyclina (Discocyclina) sp.*

2. Pauji-Shales und Menegrande-Schichten. Über der Misoa-Trujillo Formation folgen die bis 900 m mächtigen Pauji-Shales, denen in Ost-Falcón wohl die Cerro Misión-Shales entsprechen dürften. Die reiche Kleinforminiferenfauna^{7a)} enthält besonders häufig *Bulimina jacksonensis* CUSHMAN, während das Genus *Hantkenina* CUSHMAN äusserst spärlich vertreten ist, ganz im Gegensatz zu Trinidad, wo die gleichaltrigen Mount Moriah-Schichten eigentliche *Hantkenina*-Mergel enthalten. Wie in Nordmarokko (p. 88) scheint auch hier das Auftreten von *Hantkenina* an die weniger tiefe Fazies gebunden zu sein.

Im obersten Teil der Pauji-Shales finden sich sandig-kalkige Einlagerungen (Menegrande-Schichten, 200—400 m), denen die erstmals durch TOBLER (Lit. 99) beschriebene Orbitoidenfauna des Rio San Pedro entstammt. Das der TOBLER'schen Beschreibung zugrundeliegende Material des Basler Museums wurde durch H. DOUVILLÉ (Lit. 36, p. 24) und später nochmals durch GORTER & VAN DER VLERK (Lit. 47, Fundorte No. 2a und 2b) einer Revision unterzogen. Die genannten Autoren beschreiben von dieser Lokalität (T = det. TOBLER, D = det. H. DOUVILLÉ, GV = det. GORTER & VAN DER VLERK):

- Discocyclina (Discocyclina) flintensis* CUSHMAN (T, D, GV)
- Discocyclina (Asterocyclina) georgiana* CUSHMAN (T, D, GV)
- Discocyclina (Asterocyclina) asterisca* GUPPY (T)
- Discocyclina (Asterocyclina) vaughani* CUSHMAN (GV)
- Discocyclina (Asterocyclina) maracaibensis* GORTER & VAN DER VLERK (GV)
- Lepidocyclina kugleri*⁸⁾ GORTER & VAN DER VLERK (GV)
- Lepidocyclina trinitatis* H. DOUVILLÉ (D, GV)
- Lepidocyclina pustulosa* H. DOUVILLÉ (D, GV)
- Lepidocyclina* (mit pliolepidinem Embryo) (GV)
- Helicolepidina spiralis* TOBLER (T, D, GV)
- Nummulites* cf. *floridensis* HEILPRIN (T)
- Operculina* sp. (GV)
- Spiroclypeus* sp. (GV)
- Dictyoconus* sp. (GV)

Aus denselben Schichten des benachbarten Rio las Palmas haben GORTER & VAN DER VLERK ausser den obigen Spezies noch beschrieben (Lit. 47, Fundorte No. 9, 10, 10a, 11, R6, R7a, R7b):

- Discocyclina (Discocyclina) blumenthali*, GORTER & VAN DER VLERK
- Lepidocyclina* r. *douvillei* LISSON⁹⁾
- Lepidocyclina* cf. *adkinsi* VAUGHAN

^{7a)} Siehe die kürzlich erschienene Arbeit von NUTTALL (Lit. 74A).

⁸⁾ Nach GRAVELL (Lit. 48) handelt es sich um eine Variation von *L. trinitatis*.

⁹⁾ Nach GRAVELL (Lit. 48) = *L. trinitatis*.

Die San Pedro-Fauna wurde von TOBLER (Lit. 99) und GORTER & VAN DER VLERK (Lit. 47) ins Obereocän gestellt und mit dem Ocala-limestone von Florida verglichen. Für eine solche Parallelisation spricht nicht nur das Zusammenvorkommen von Discocyclinen s. l. und Lepidocyclinen, sondern auch das Auftreten einiger identischer Arten an beiden Orten:

Discocyclina (Discocyclina) flintensis CUSHMAN
Discocyclina (Asterocyclina) georgiana CUSHMAN
Discocyclina (Asterocyclina) vaughani CUSHMAN
Nummulites floridensis HEILPRIN

H. DOUVILLÉ (Lit. 36) vergleicht die San Pedro-Fauna (wie auch schon TOBLER, Lit. 99) mit der Fauna von Point Bontour in Trinidad und von Soldado-rock No. 6, die er ins Bartonien verweist. Die beiden Faunen haben folgende Arten gemeinsam:

Discocyclina (Asterocyclina) asterisca GUPPY
Discocyclina (Asterocyclina) georgiana CUSHMAN
Lepidocyclina trinitatis H. DOUVILLÉ
Lepidocyclina pustulosa H. DOUVILLÉ
Helicolepidina spiralis TOBLER
Nummulites floridensis HEILPRIN

Wir werden unten nochmals auf diese Altersbestimmungen zurückzukommen haben.

3. Aguanegra-Formation. Wenn die bis jetzt beschriebenen Orbitoidenfaunen aus Schichten stammen, die unter sich und mit der oberen Kreide durch Konkordanz und Übergang verbunden sind, so trifft dies nicht mehr zu für die folgende Fauna, welche dem unteren Teil der Aguanegra-Formation entstammt. Obschon diese Formation zwei Stufen umfasst: das oberste Eocän und das Unteroligocän, müssen wir doch diesen neuen Formationsnamen einführen, weil nur in günstigem Falle die Unterscheidung des eocänen und des oligocänen Teiles möglich ist. Oft sind nämlich grosse Teile der Aguanegra-Formation durch mächtige, bunte, fossilleere Tone vertreten, welche keine sichere Zuteilung zu Eocän oder Oligocän erlauben.

Ihren Namen erhält diese Formation von der Serrania de Aguanegra (Grenzgebiet der Staaten Falcón und Lara), welche zum grössten Teil aus diesen Schichten aufgebaut ist. An der Grenze von Eocän und Oligocän bildete diese Region einen flachen, langgestreckten, nur ca. 30 km breiten Meerestrog. Dies geht aus der Parallelisation der aufgenommenen Detailprofile hervor, deren Veröffentlichung einer späteren, grösseren Publikation vorbehalten bleiben muss. Vorläufig sei auf die Textfigur hingewiesen, welche diese Verhältnisse zur Darstellung bringt. Die Aguanegra-Formation bildet in stratigraphischer Hinsicht eine Einheit, wird sie doch unten und oben von markanten Diskordanzen begrenzt: Die Diskordanz im

Liegenden ist zwar nur selten direkt im Aufschluss sichtbar und ist durch mehrere spätere, intensive Faltungsvorgänge wieder verwischt worden¹⁰⁾, sie erhellt aber aus der Verteilung der Fazies innerhalb der Aguanegra-Formation und aus dem Umstande, dass in ihren Conglomeraten das ältere Eocän bereits wieder aufgearbeitet ist (Gerölle von Misoa-Trujillo-Sandsteinen im Sta Rita-Conglomerat).

Nach oben wird die Aguanegra-Formation discordant von den Riffkalken der San Luis-Formation überlagert, was besonders im Gebiete zwischen Churuguara und Tacamire klar in Erscheinung tritt und dort durch die Herren Drs. KUGLER, VONDERSCHMITT und den Verfasser beobachtet wurde (Cerro Galan, Cerro Aguamaria, Cerro Montero).

Den besten Einblick in die Gliederung der Aguanegra-Formation bieten die Profile im Nord- und Südschenkel der Buenavista-Antiklinale am „Camino real“ zwischen Piedragrande und Baragua. Dort folgen von unten nach oben:

a) Santa Rita-Conglomerat¹¹⁾ (400—450 m): grobe Conglomerate, Sandsteine und sandige Mergel mit eingelagerten Orbitoiden-Kalken. Das Conglomerat besteht vorwiegend aus bis zu 10 cm Durchmesser betragenden Geröllen von weissem Quarz, schwarzem Kreidehornstein, dichten Misoa-Trujillo-Quarziten und verschiedenen Sandsteinen. In den obersten kalkigen Bänken findet sich in beiden Antiklinalschenkeln eine reiche und wohlerhaltene Mollusken-Fauna.

Folgende bisher bestimmte Fossilien kommen für eine Altersbestimmung in Betracht:

Foraminiferen (Lit. 47 und Lit. 48, Fundortnummern 1142, 1149, 1152, 1162):

Discocyclina (Discocyclina) flintensis CUSHMAN (GV, G)¹²⁾

Discocyclina (Asterocyclina) georgiana CUSHMAN (GV)

Discocyclina (Asterocyclina) asterisca GUPPY (G)

Lepidocyclina adkinsi VAUGHAN (GV)

Lepidocyclina trinitatis H. DOUVILLÉ (G)

Nummulites cf. *parvulus* CUSHMAN (G)

Operculina cf. *cookei* CUSHMAN (G)

Spiroclypeus sp. (GV)

Bulimina jacksonensis CUSHMAN (Verf.)

¹⁰⁾ Dies gilt besonders für den nördlichen Kontakt gegen die der oberen Misoa-Trujillo-Formation zugehörigen Paraiso-Schichten und diesen concordant eingefalteten Pauji-Shales, während der südliche Kontakt gegen die mächtig entwickelte untere Misoa-Trujillo-Formation in den von mir untersuchten Profilen, durch das transgredierende Miocän des Baragua-Beckens verdeckt wird.

¹¹⁾ In Lit. 47 wurden diese Schichten auch als „Paloma alta-Series“ bezeichnet, doch erachte ich es für vorsichtiger, einen neuen Formationsnamen einzuführen, bis die Äquivalenz des Sta Rita-Conglomerates mit den Paloma alta-Schichten der Maracaibo-Gegend einwandfrei bewiesen ist.

¹²⁾ GV = GORTER & VAN DER VLERK det., G = GRAVELL det., Verf. = vom Verfasser bestimmt.

Stratigraphical Section across the Aguanegra Basin at the end of the Lower Oligocene. Basin Axis = N 75° E.

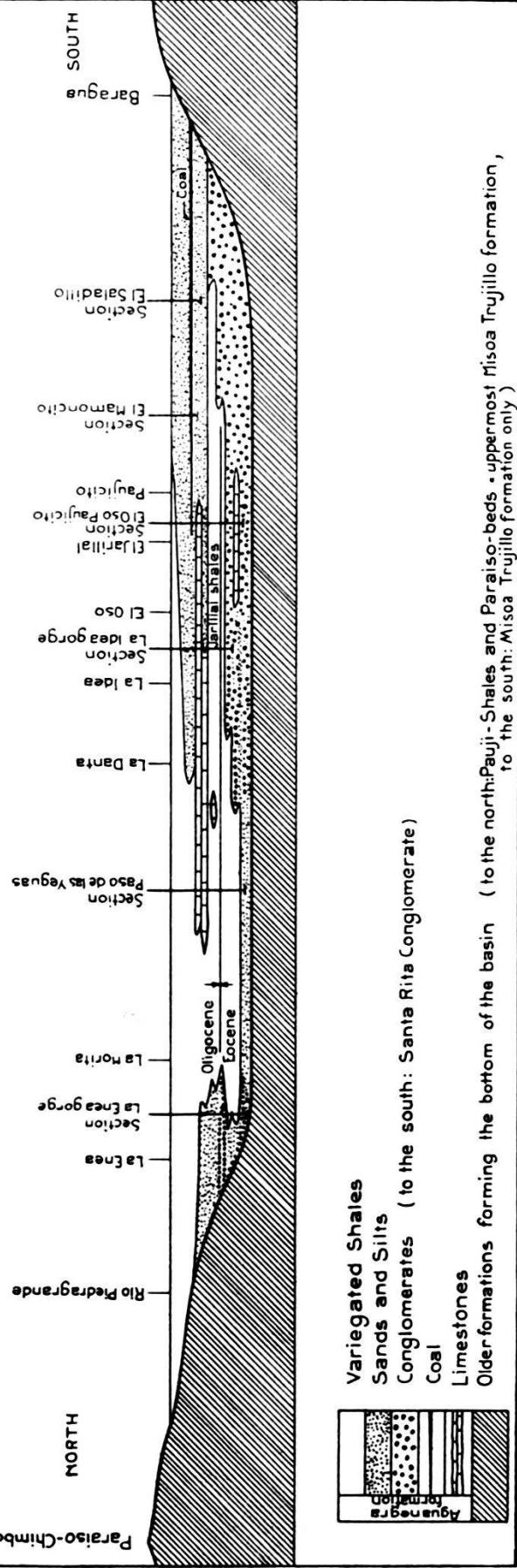
(showing the changes of facies within the Aguanegra formation)

Scale 1: 200000

MAIN FACIES ZONES OF AGUANEGRA FORMATION

I	II	III	IV	V	VI
zone of very disturbed variegated shales of Rio Piedragrande Depression	northern shore facies at La Enea & Taparoy	glauconite facies between La Morita & Paso de las Yeguas and round Alambilque	reef facies north of La Danta and Co. Comita- Co. Los Jardines	Churuguara facies rich in Nummulitic limestones	southern shore facies (Tacuare sandstone)
					Contact covered by Miocene (south of Churuguara the Sta. Rita Conglomerate underlies directly the Churuguara-beds and overlies unconformably the Misoa-Trujillo)

Paraiso-Chimborazo range



Stratigraphisches Schema des Aguanegra-Beckens zur Unteroligocän-Zeit.

Mollusken (Lit. 79, 89):

Mya (Raetomya) schweinfurthi falconensis RUTSCH

Rimella (Ectinochilus) gaudichaudi alauda OLSSON

ausserdem zahlreiche, noch nicht näher bestimmte Vertreter der Gattungen:

Leda, *Arca*, *Glycymeris*, *Pecten*, *Cardium*, *Clementia*, *Dosinia*, *Chione*, *Corbula*, *Architectonica*, *Natica*, *Turritella*, *Cerithium*, *Lyria*, *Oliva*, *Turris*, *Conus*, etc. und Nautiliden (Fauna No.VII)¹³⁾.

b) Jarillal-Shales (\pm 375 m; durch allmählichen Übergang mit dem Santa Rita-Conglomerat verbunden): rotverwitternde, bunte bis dunkelgraue, mehr oder weniger sandige Tonschiefer (Shales). Die untersten 50 m (*Raetomya-Shales*) sind reich an Mollusken und Krebsen, während die darüberfolgenden Schichten im Gebiete der Buenavista-Antiklinale keine Fossilien geliefert haben. Dieser Mangel wird korrigiert durch die ca. 20 km östlich gelegenen Profile auf der Nordseite des Cerro de los Indios (zwischen dem grossen Anstiege der Autostrasse und dem Cerro Cometa). Dort treten schon in den durch die gleichen Mollusken und Krebse charakterisierten Raetomya-Shales dünne Bänke von Nummulitenkalk auf (Lit. 47, Fundort 2632b), wie sie dann für die höheren Churuguara-Schichten so charakteristisch sind (siehe p. 64). Den hangenden bunten Shales sind bereits einige Bänke von Orbitoidenkalken mit grossen Lepidocyclinen eingelagert.

Aus den an der Basis der Jarillal-Shales befindlichen Raetomya-Shales sind bis jetzt bestimmt worden:

Buenavista-Antiklinale:

Mollusken (Lit. 79, 89):

Mya (Raetomya) schweinfurthi falconensis RUTSCH

Rimella (Ectinochilus) gaudichaudi alauda OLSSON

ausserdem dieselben Mollusken-Arten wie im Sta Rita-Conglomerat, hier allerdings nur als Steinkerne erhalten, und Vertreter der Gattungen *Tellina*, *Mactra*, *Lutraria*.

Crustaceen (Lit. 97):

Xanthopsis rathbunae MAURY

Falconoplax kugleri VAN STRAELEN

¹³⁾ Da ich während meiner Arbeit in Venezuela die verschiedenen Mollusken-spezies mangels Zeit und Literatur nicht mit den wissenschaftlichen Namen, sondern nur mit Nummern unterschied, kann ich hier einstweilen keine Mollusken-Fossilisten aufführen. Es wurden auch die hauptsächlichsten Mollusken-Faunen mit römischen Nummern belegt, ausgehend von der recenten, welche No. I erhält (vergleiche auch Tafel VIII). Es sei hier bemerkt, dass Dr. R. RUTSCH vom Naturhist. Museum Basel in verdankenswerter Weise die Bearbeitung unserer Mollusken-faunen übernommen hat (siehe Lit. 79, 80, 89).

Nordseite des Cerro de los Indios, westlich des Cerro Cometa¹⁴⁾.

Foraminiferen (Lit. 47, Fundort 2632b):

Heterostegina sp.

Nummulites sp. (gesteinsbildend)

Mollusken (Lit. 79, 89):

Mya (Raetomya) schweinfurthi falconensis RUTSCH

Rimella (Ectinochilus) gaudichaudii alauda OLSSON

ausserdem dieselben Mollusken-Steinkerne wie in der Buenavista-Antiklinale (siehe oben), seltene Echiniden und Belemnitenreste¹⁵⁾

Crustaceen (Lit. 97):

Raninoides rathbunae VAN STRAELEN

Eoinachoides senni VAN STRAELEN

Xanthopsis rathbunae MAURY

Falconoplax kugleri VAN STRAELEN

c) Churuguara-Schichten¹⁶⁾ (800—1000 m oder mehr ?, durch allmählichen Übergang mit den Jarillal-Shales verknüpft): Wechsellagerung dunkler sandiger Tone und bunter Shales mit Quarz- und Glauconitsandsteinen und sehr charakteristischen Nummuliten-, Heterosteginen-, Lepidocylinen¹⁷⁾ und Pecten-Kalken. Bis jetzt wurde aus den Churuguara-Schichten bestimmt¹⁸⁾:

¹⁴⁾ Dr. L. KEHRER, der uns im Jahre 1929 diese Fundstelle gezeigt hat, sei hiermit bestens gedankt. Sie war auch schon Dr. O. GUTZWILLER im Jahre 1927 bekannt, wie aus seinen im Basler Naturhistor. Museum liegenden Sammlungen hervorgeht.

¹⁵⁾ Von hier stammen die zwei von Prof. STOLLEY in Braunschweig eingeschienen Belemnitenreste (siehe Lit. 79 p. 607, Anmerkung 1). Ich halte sie für autochthon, da sie nicht aus einem grobklastischen Gestein stammen, sondern aus äusserst feinkörnigen Tonschiefern, in denen eine Aufarbeitung so grosser Körper wenig wahrscheinlich ist. Auch der Umstand, dass diese Belemniten nicht irgendwo in den fossilleeren Partien der Jarillal-Shales auftreten, sondern in dem durch eine reiche autochthone Fauna charakterisierten Teile, spricht gegen eine Aufarbeitung.

¹⁶⁾ Dieser Name wurde durch Herrn Dr. H. G. KUGLER vorgeschlagen, da diese Schichten in der Umgebung der Stadt Churuguara (Distrito Federación) typisch ausgebildet sind.

¹⁷⁾ In der Buenavista-Antiklinale fand ich nur an einer einzigen Stelle grosse Lepidocylinen, während dieselben am Cerro de los Indios häufiger und oft gesteinsbildend zwischen den Nummulitenkalk-Bänken auftreten.

¹⁸⁾ Ich muss hier bemerken, dass in der GRAVELL'schen Arbeit (Lit. 48) einige Angaben über die stratigraphische Provenienz des Materials einer Berichtigung bedürfen. Dies röhrt daher, dass unsere, dem Material beigegebenen stratigraphischen Angaben auf eine erste Aufnahme sich stützten, die später in mancher Hinsicht korrigiert werden musste. Ich gebe daher im folgenden nochmals die Verteilung der von GRAVELL bearbeiteten Proben auf die verschiedenen Formationen.

Cerro Campana-Schichten: 12, 16, 148, 149, 163, 165

Sta Rita-Conglomerat: 1142, 1149, 1152, 1162

1. Buenavista-Antiklinale (Nord- und Südschenkel, 1147, 1164, 1186, 1187, 1200, 1221, 1222, 2721):

Camerina a (G) } charakteristische Nummu-
Heterostegina cf. antillea CUSHMAN (G) } litenkalkbänke bildend
Lepidocyclina undosa CUSHMAN (aus Geröll: 1221 (G); anstehend 2721)

Lepidocyclina gigas CUSHMAN (2721; ausserdem aus Geröllen aus denselben Schichten: 1223, G).

2. Cerro de los Indios (etwas unterhalb der Passhöhe, an und in der Umgebung der Autostrasse, 496, 497, 1571, 2685, 2688):

Camerina a (G) } charakteristische Nummu-
Heterostegina cf. antillea CUSHMAN (G) } litenkalkbänke bildend
Lepidocyclina undosa CUSHMAN (GV)

Lepidocyclina falconensis GORTER & VAN DER VLERK (GV)

Lepidocyclina senni GORTER & VAN DER VLERK (GV)

N. B. Hier ist besonders schön sichtbar, wie die Lepidocyclinen-Kalke und -Mergel mit den Nummulitenkalk- und Korallenkalkbänken wechsellaagern. Die Grösse der Lepidocyclinen ist hier sehr beträchtlich (bis 9 cm Durchmesser).

3. Umgebung von Churuguara (Fundorte 476, 477, 478, 480, 481, 482):

Camerina a (G) } charakteristische Nummu-
Heterostegina cf. antillea CUSHMAN (G) } litenkalkbänke bildend
Lepidocyclina canellei P. LEMOINE & R. DOUVILLÉ (G)
Lepidocyclina undosa CUSHMAN (G, GV)
Lepidocyclina gigas CUSHMAN (G)

Seltener treten in den Churuguara-Schichten schon Miogypsen auf. GORTER & VAN DER VLERK (Lit. 47, p. 100) zitieren solche aus Central-Falcón vom Fundort No. 1556 (El Higueron, zwischen Churuguara und Agualarga); ausserdem sind mir aus dieser Gegend und besonders aus dem östlich Churuguara sich erstreckenden Agualinda-Gebiet noch mehrere andere Fundorte bekannt. Es handelt sich bei diesen ersten Miogypsen um kleine Formen mit ausgezeichnet entwickelter Embryonalspirale, die im Äquatorialschnitt nicht von

Churuguara-Schichten: 236, 476, 477, 478, 480, 481, 482, 496, 497, 843, 1121, 1147, 1157, 1166, 1186, 1194, 1219, 1221, 1222, 1223

Churuguara- oder San Luis-Formation: 514

San Luis-Formation:

im Allgemeinen: 233, 469, 957, 959, 970, 1042, 1043

Untere: 498, 967, 968, 1117, 1209

Obere: 500, 960, 1116, 1119, 1120, 1123, 1127, 1206, 1208, 1210

Aguaclara-Formation: 204, 443, 468

Cerro Pelado-Formation: 404, 962

Damsite-Formation: 228, 322, 494 (?), 556

Punta-Gavilan-Schichten: 510.

Miogypsina complanata SCHLUMBERGER zu unterscheiden sind. Ich bezeichne sie vorläufig als

Miogypsina cf. complanata SCHLUMBERGER.

Von einer der östlichsten Fundstellen der Churuguara-Schichten (Lit. 48, No. 843) erwähnt GRAVELL auch:

Miogypsina hawkinsi H. K. HODSON?

Zusammenfassend erhalten wir für die **Churuguara - Schichten** folgende **Grossforaminiferenfauna**:

Camerina a (G) gesteinsbildend

Heterostegina cf. antillea CUSHMAN (G) gesteinsbildend

Lepidocyclina canellei P. LEMOINE & R. DOUVILLÉ (G)

Lepidocyclina falconensis GORTER & VAN DER VLERK (GV)

Lepidocyclina undosa CUSHMAN (G, GV) gesteinsbildend

Lepidocyclina gigas CUSHMAN (G)

Lepidocyclina senni GORTER & VAN DER VLERK (GV)

Miogypsina cf. complanata SCHLUMBERGER (Verf.)

Miogypsina hawkinsi? H. K. HODSON (G)

Vergleichen wir die Faunen der Aguanegra-Formation untereinander, so ist ganz klar, dass sich in ihr ein bedeutender Wechsel in der Grossforaminiferenfauna vollzieht: Die Discocyclinen und Asterocyclinen, die, wenn auch nur selten, noch im Santa Rita-Conglomerat auftreten, fehlen den Churuguara-Schichten vollständig. Die kleinen Lepidocyclinen des Sta Rita-Conglomerates, die den poly- und isolepidinen Embryonalkammertypus aufweisen, werden ersetzt durch grosse Formen, die z. T. schon einen nephro- oder eulepidinen Embryonalapparat besitzen. Mit diesen Riesenlepidocyclinen erscheinen in den Churuguara-Schichten auch die ersten Miogypsen. Die ziemlich dickwandigen Nummuliten des Sta Rita-Conglomerates (*Nummulites cf. parvulus* CUSHMAN) machen dünnwandigen Formen Platz, die GRAVELL als „*Camerina*“ a bezeichnet. Auch in der Molluskenfauna zeigt sich ein scharfer Wechsel. Nur wenige Arten des Sta Rita-Conglomerates reichen in die hangenden Churuguara-Schichten hinauf. Diese enthalten auch die ersten Clypeastriden.

Die Fauna des Sta Rita-Conglomerates zeigt entschieden eocänen Charakter, während die grossen Lepidocyclinen der Churuguara-Schichten unbedingt auf Oligocän hinweisen. Wir haben also innerhalb der Aguanegra-Formation die Grenze Eocän-Oligocän zu ziehen. Sie liegt innerhalb der Jarillal-Shales, deren untere 50 m (Raetomya-Shales), wie wir oben gesehen haben, noch dieselben Mollusken führen wie das Sta Rita-Conglomerat, während in deren höheren Teilen schon Bänke mit grossen Lepidocyclinen auftreten. Da die verschiedenen Abteilungen der Aguanegra-Formation untereinander concordant sind und ineinander übergehen, und sich der

Faunenwechsel dazu noch innerhalb der lithologisch nicht differenzier-ten Jarillal-Shales abspielt, darf wohl das Sta Rita-Conglomerat dem obersten Eocän, die Churuguara-Schichten dem unter-sten Oligocän zugewiesen werden.

Sehen wir uns nach Äquivalenten des Sta Rita-Conglomerates um, so kommt in erster Linie die Saman-Formation von Peru in Betracht, welche dort das oberste Eocän vertritt. Mit ihr gemeinsam haben Sta Rita-Conglomerat und Jarillal-Shales:

Mya (Raetomya) schweinfurthi

Rimella (Ectinochilus) gaudichaudi alauda OLSSON

Ausserdem glaube ich, dass eine Bearbeitung der Sta Rita-Molluskenfauna noch weitere gemeinsame Arten zu Tage fördern dürfte. Auch die Grossforaminiferen zeigen weitgehende Übereinstimmung an beiden Orten. So enthalten beide Formationen die letzten Discocylinen und Asterocylinen, neben kleinen Lepidocylinen vom iso-polylepidinen Typus und kleinen Nummuliten. Der einzige Unterschied be-steht darin, dass die Saman-Formation *Helicolepidina spiralis* TOBLER enthält, während diese Art bis jetzt aus dem Santa Rita-Conglomerat nicht bekannt geworden ist¹⁹⁾. Weiterhin darf auch dem Umstand Gewicht beigemessen werden, dass sowohl Saman-Formation als auch Sta Rita-Conglomerat diskordant auf älterem Eocän aufliegen²⁰⁾. Wenn IDDINGS & OLSSON schreiben (Lit. 54, p. 16): „The unconformity at the base of the Upper Eocene rocks marks one of the most important stratigraphic breaks in the entire Peruvian Tertiary section“, so scheint mir das auch für Nordwest-Venezuela zuzutreffen. Diese obereocäne Gebirgsbildungsphase hat die Deformation des Maracaibo-Beckens (im weitesten Sinne, inklusive Falcón) eingeleitet, welches im Oligocän und Miocän infolge der Herausbildung verschiedener sekundärer Geantikinalen und Geosynclinalen äusserst komplizierte Sedimentations- und Faziesverhältnisse aufweist.

Als weiteres Äquivalent des Santa Rita-Conglomerates fällt wohl der Seroe di Cueba-limestone der benachbarten Insel Curaçao in Betracht. KOCH (Lit. 58, 59) hat ihn dem untersten Oligocän zugeteilt, auf Grund des Vorkommens oligocäner Lepidocylinen und spärlicher Discocylinen. KOCH's Angaben konnten von L. RUTTEN (Lit. 81), M. G. RUTTEN & VERMUNT (Lit. 83) nicht be-

¹⁹⁾ Ich möchte hierauf aus dem Grunde nicht allzuviel Gewicht legen, weil das bis jetzt untersuchte Material nicht sehr bedeutend war, und GRAVELL in seinem Material auch nicht alle Arten feststellen konnte, die von GORTER & VAN DER VLERK erwähnt werden. So ist es möglich, dass eine Untersuchung des von mir 1932 gesammelten umfangreichen Materials noch etwelche Ergänzungen bringen könnte.

²⁰⁾ Ich möchte hier bemerken, dass ich die diskordante Lagerung der Aguanegra-Formation auf dem älteren Eocän (Misoa-Trujillo und Pauji-Shales) erkannt hatte, bevor mir die Arbeit von IDDINGS & OLSSON zu Gesicht gekommen war (Lit. 54).

stätigt werden, welche den einwandfreien Nachweis einer typisch obereocänen Lepidocylinenfauna (mit häufigen poly-, plio- und isolepidinen Formen und *Helicolepidina spiralis*) erbrachten. Vergleichen wir die Fauna des Seroe di Cueba-limestone mit den bis jetzt erwähnten venezuelanischen Orbitoidenfaunen, so zeigt sie offensichtlich grössere Übereinstimmung mit der Fauna des Sta Rita-Conglomerates als mit der San Pedro-Fauna, oder der Fauna der Churuguara-Schichten, welch letztere für eine Parallelisation von vornherein ausscheiden. Wie das Sta Rita-Conglomerat, so enthält nach KOCH's Angaben auch der Seroe di Cueba-Kalk die letzten spärlichen Discocyclinen, welche dagegen in der San Pedro-Fauna noch weit häufiger vertreten sind. Bemerkenswert ist das beiderseitige Vorkommen gut ausgebildeter Nummuliten (*N. cf. parvulus* CUSHMAN im Sta Rita-Conglomerat, *N. striatoreticulatus* RUTTEN und *N. vanderstoki* M. G. RUTTEN & VERMUNT im Seroe di Cueba-Kalk). Ein weiteres Analogon bildet das diskordante Auftreten des Seroe di Cueba-Kalkes über älteren Schichten, und zwar nicht nur über Kreide, sondern wohl auch über einer der Misoa-Trujillo-Formation äusserst ähnlichen Sandsteinformation²¹⁾.

Wie wir oben erwähnt haben, hat TOBLER (Lit. 99) die vom Sta Rita-Conglomerat durch eine Diskordanz geschiedene San Pedro-Fauna ebenfalls ins Obereocän verwiesen. Das Obereocän würde demnach in Nordwest-Venezuela durch zwei durch eine Diskordanz getrennte Formationen vertreten: die Menegrande-Schichten und das Sta Rita-Conglomerat. Nach der Auffassung von H. DOUVILLÉ, der die San Pedro-Fauna ins „Bartonien“ (d. h. den unteren Teil des Obereocäns) stellt, käme für das Sta Rita-Conglomerat nur noch die oberste Eocänstufe, das Ludien (= Wemmelien nach ABRARD Lit. 1) in Betracht. Dem älteren Obereocän sind wohl auch noch die Pauji-Shales^{21a)} zuzurechnen, in deren oberem Teil die San Pedro-Fauna (Menegrande-Schichten) auftritt. Nach LIDDLE (Lit. 66) soll diese Fauna nicht aus dem oberen, sondern aus dem unteren Teil der Pauji-Shales stammen. Nach mündlicher Mitteilung meines Freundes H. HEDBERG sollen beide Auffassungen zu Recht bestehen, sodass also die gesamten Pauji-Shales ins Obereocän zu verweisen wären. Damit dürfte auch die Angabe WOODRING's übereinstimmen (Lit. 121), welcher vom Ostabhang der venezuelanischen Anden eine Obereocänfauna beschrieben hat, „lying near the base of a thick series of shales overlying a quarzite“.

²¹⁾ Ich verdanke diesen Hinweis Herrn Dr. KUGLER, unter dessen Führung ich im Frühjahr 1929 einige Exkursionen in Curaçao machen durfte.

^{21a)} Anlässlich der Bearbeitung ihrer Kleinforaminiferenfauna bemerkte NUTTALL (Lit. 74A, p. 122): „We conclude that there is no evidence for placing any of the Pauji series of the vicinity of the Maracaibo Basin in the Lower Oligocene, as proposed by LIDDLE“ (Lit. 66).

Wenn also sowohl Pauji-Shales und Menegrande-Schichten als auch das Sta Rita-Conglomerat dem obereocänen Ocala-limestone²²⁾ gleichzustellen sind, kann dies nicht mehr zutreffen für die an der Grenze von oberer und unterer Misoa-Trujillo-Formation auftretende Orbitoidenfauna. Aus ihrer stratigraphischen Stellung muss mindestens auf Mittel- oder sogar auf Unter-Eocän geschlossen werden. Eine Bestätigung findet diese Ansicht durch die neuesten Angaben von TODD & WRIGHT BARKER (Lit. 104) und RUTTEN (Lit. 82), nach welchen schon im unteren Teil des peruanischen Mitteleocäns (Pale-Shales und Parinas-Sandstein) neben *Discocyclina* und *Helicolepidina spiralis* auch poly- (Lit. 104) bis isolepidine (Lit. 82) Lepidocyclinen auftreten, die nun neuestens (Lit. 122) allerdings zu *Helicolepidina* gestellt werden.

Ich habe bis jetzt aus dem Grunde nichts von den in Ostfalcón auftretenden obereocänen Cerro Campana-Schichten erwähnt, weil ich für ihre Einreihung zuerst einen sicheren Maßstab schaffen wollte. Diese 200—400 m mächtige sandig-tonige Formation hat ihren Namen vom kleinen Lithothamnienkalkriff des Cerro Campana (siehe Lit. 120) erhalten. Aus den Cerro Campana-Schichten zitieren GORTER & VAN DER VLERK (Lit. 47, Fundorte 12, 39, 40, 41, 148, 159, 163, 164, 165, 264):

- Discocyclina (Discocyclina) sp.*
- Discocyclina (Asterocyclina) cf. georgiana CUSHMAN*
- Discocyclina (Asterocyclina) sp.*
- Lepidocyclina kugleri GORTER & VAN DER VLERK*
- Lepidocyclina trinitatis H. DOUVILLÉ*
- Lepidocyclina pustulosa H. DOUVILLÉ*
- Lepidocyclina r. douvillei LISSON*
- Lepidocyclina* (mit poly- und pliolepidinem Embryo)
- Helicolepidina spiralis* TOBLER²³⁾
- Operculina* sp.

Aus den gleichen Schichten und z. T. von denselben Fundorten hat GRAVELL bestimmt (Lit. 48, Fundorte 12, 16, 148, 149, 163, 165):

- Discocyclina (Asterocyclina) kugleri GRAVELL*
- Discocyclina (Asterocyclina) asterisca GUPPY*
- Lepidocyclina trinitatis H. DOUVILLÉ*
- Lepidocyclina macdonaldi CUSHMAN*
- Nummulites* cf. *parvulus* CUSHMAN
- Operculina* cf. *cookei* CUSHMAN

²²⁾ Die nicht näher begründeten Andeutungen von MAURY (Lit. 69), nach welchen der Ocala-Kalk nur dem unteren Obereocän (Bartonien) entsprechen würde, können hier nicht berücksichtigt werden.

²³⁾ Das Zusammenvorkommen von Discocyclinen, Asterocyclinen, Lepidocyclinen und Helicolepidinen im Cerro Campana-Kalk war schon TOBLER bekannt (Lit. 58, p. 55), und KOCH (Lit. 58, p. 55) erwähnt von dort *Lepidocyclina curasavica* KOCH.

Bisher hatte ich diese Fauna der San Pedro-Fauna gleichgestellt, namentlich infolge der Anwesenheit von *Helicolepidina spiralis*, welche bis jetzt im Sta Rita-Conglomerat nicht nachgewiesen wurde; nachdem nun aber diese Spezies auch noch im Seroe di Cueba-limestone auftritt, der infolge des fast vollständigen Fehlens von Discocylinen s. l. sicher alleroberstes Eocän repräsentiert, so glaube ich, die Cerro Campana-Schichten doch eher dem Sta Rita-Obereocän gleichstellen zu sollen. In beiden Formationen sind die Discocylinen s. l. bedeutend seltener als in der San Pedro-Fauna. Mit dieser Ansicht stimmen auch die geologischen Verhältnisse besser überein, da die Cerro Campana-Schichten concordant mit den hangenden Tacamire-Shales (= Jarillal-Shales) und Guayaval-Marls sind, welch letztere eine in Central-Falcón unbekannte, tiefermeerische, kleinforaminiferenreiche Fazies der Jarillal-Shales repräsentieren.

Fassen wir die bisher gemachten Parallelisationen zusammen, so ergibt sich folgendes:

Oberes Obereocän: Sta Rita - Conglomerat = Cerro Campana-Schichten (= Wemmelien) = Seroe di Cueba-Kalk = Saman-Formation.

Unteres Obereocän: Menegrande-Schichten (San Pedro-Fauna) und Pauji-Shales = (?) Soldado rock No. 6.
(N. B.) Diese beiden Abteilungen entsprechen dem Ocala-limestone von Florida.

Mittleres Eocän: Grenzhorizont von Oberer und Unterer Misoa Trujillo-Formation = Mitteleocän von Peru (Pale Greda und Parinas).

Die Orbitoidenfauna der Churuguara-Schichten zeigt infolge des häufigen Auftretens von *Lepidocyclina gigas* und *L. undosa* gute Übereinstimmung mit der Meson-Formation von Mexico, der Glendon-Formation von Florida, der Moneague-Formation von Jamaica und der Antigua-Formation von Antigua, welche von den amerikanischen Geologen dem Mitteloligocän zugeteilt werden²⁴⁾.

²⁴⁾ Ich schliesse mich in Bezug auf das Alter der Meson-Formation von Mexico der Meinung der amerikanischen Geologen an, da ich die Auffassung von H. DOUVILLÉ, J. LAMBERT und W. STAUB (Lit. 95, 96), welche diese Formation dem Chattien-Aquitanien zuweisen, nicht als genügend begründet erachte. H. DOUVILLÉ (Lit. 37) basiert seine Meinung hauptsächlich auf die Identität der grossen mexikanischen Lepidocyclinen (*L. gigas* CUSHMAN und *L. undosa* CUSHMAN) mit europäischen Arten (*L. raulini* LEM. & R. DOUV. und *L. dilatata* MICH.). Dazu muss bemerkt werden, dass *L. raulini* nicht nur auf Chattien und Aquitanien beschränkt ist, sondern dass diese Art auch im Unteroligocän der „Province d'Oran“ (Lit. 36, p. 71) und im marokkanischen Mitteloligocän nachgewiesen ist (siehe p. 89). Eine ähnliche stratigraphische Verbreitung besitzt auch *Lepidocyclina dilatata* im Mediterrangebiet (Unteroligocän bis Aquitanien). Übrigens treten in der Meson-Formation auch noch kleine Nummuliten auf. —

Da diese Fauna in Nordwest-Venezuela sich aber in Schichten findet, die durch vollkommene Concordanz und allmählichen Übergang mit dem Obereocän verbunden sind, müssen wir annehmen, dass *Lepidocyclina gigas* und *L. undosa* hier früher auftreten als andernorts²⁵⁾. Wie wir unten sehen werden, sind diese Arten aber auch in der hangenden San Luis-Formation, wenn auch seltener, vertreten.

Mit der unteroligocänen Chira-Formation von Nordwest-Peru haben die Churuguara-Schichten das Auftreten von charakteristischen Nummulitenkalkbänken gemeinsam (Lit. 54, p. 21, 22, Lit. 3). Dieser Umstand ist umso bemerkenswerter, als bisher aus Amerika Vorkommen richtiger Nummulitenkalke nicht bekannt geworden sind. Dagegen werden grosse Lepidocyclinen aus der peruanischen Chira-Formation nicht erwähnt. Auch aus Mexico werden durch H. DOUVILLÉ (Lit. 37) und W. STAUB Nummulitenkalke beschrieben, aus Schichten, „welche nach unten ohne Unterbrechung in die Alazanmergel überzugehen scheinen“ (Lit. 95, p. 121) und nach oben von der mitteloligocänen Meson-Formation überlagert werden. Da die Alazanmergel nicht, wie STAUB (l. c.) annimmt, obereocän sind, sondern, wie die durch VAUGHAN (Lit. 114, p. 4) zitierte Fauna deutlich zeigt, ins Oligocän und zwar ins Unteroligocän (Lit. 74) zu verweisen sind, dürften auch die Nummulitenkalke Mexicos dem Unteroligocän angehören. Mit dem Unteroligocän von Mexico haben die Churuguara-Schichten auch das erste Auftreten der Gattung *Miogypsina* gemeinsam (Lit. 73, 98).

4. San Luis-Formation.

Die San Luis-Formation erhielt ihren Namen von der Serrania de San Luis, einer über 1000 m hohen Bergkette im Süden von Coro (Lit. 66 p. 252). Das hervorstechendste Schichtglied sind mas-

Was die Tertiärlagerungen der Insel Trinidad anbelangt, denen W. STAUB eine so grosse Bedeutung beimisst, „weil hier ununterbrochene Schichtfolgen zu finden sind“ (Lit. 95, p. 120), so muss bemerkt werden, dass diese Angaben STAUB's nicht zutreffen, da gerade in Trinidad die Aufstellung einer befriedigenden Stratigraphie durch das Fehlen von guten Profilen sehr erschwert wird (nach mündlichen und schriftlichen Mitteilungen der Herren Drs H. G. KUGLER und E. LEHNER, die wohl als die besten Kenner der Geologie Trinidads angesehen werden dürfen). Übrigens treten dort die grossen Lepidocyclinen, wie in Venezuela und Mexico, in nummulitenführenden Schichten auf, welche daher zum älteren Oligocän zu rechnen sind. Auch die Schlussfolgerungen LAMBERT's (Lit. 63) bezüglich des Alters der Meson-Formation sind nicht stichhaltig, da auch in Venezuela Clypeastriden schon selten vom Unteroligocän an auftreten, obschon ihre Blüte auch hier sicher in die Miocänzeit fällt.

²⁵⁾ Es muss hier auch bemerkt werden, dass Unteroligocän nur in beschränktem Umfang aus Westindien bekannt geworden ist, da vielerorts, besonders auf den Grossen Antillen, das flachliegende Mitteloligocän über stark gefaltetem Eocän und Kreide transgrediert (Lit. 107). Andernteils könnte das Fehlen von *Lepidocyclina undosa* und *L. gigas* im unteroligocänen Alazan-Shale von Mexico auch ökologisch bedingt sein (?).

sive, bisweilen hohe Felswände bildende Riffkalke, welche als eigentlicher San Luis-Kalk bezeichnet werden.

Will man die San Luis-Formation als eine Stufe und nicht nur als lithologischen Begriff auffassen, wie es von den meisten in Venezuela arbeitenden Geologen getan wird, so darf man in ihr aber nicht nur den San Luis-Kalk im engsten Sinne begreifen, sondern muss ihr zum mindesten noch diejenigen Schichtglieder beirechnen, in welchen der Riffkalk auskeilt oder in welche er allmählich übergeht.

So wird auf der Westseite der Serrania di San Luis deutlich sichtbar, wie der massive San Luis-Kalk des Cerro del Hayo nach Westen allmählich in die kalkig-tonige Ablagerung des Cerro de los Baños südlich Aguaclara übergeht (Baños-Kalk). Dasselbe beobachten wir ein wenig weiter südlich zwischen dem massiven Riffkalk der Cerro la Horqueta-Nordflanke und der kalkig-tonigen Ablagerung des Hügelzuges von Carrizal-Pedregoso (Pedregoso-Kalk). Sowohl bei Pedregoso als am Cerro de los Baños von Aguaclara, werden diese kalkig-mergeligen Ablagerungen konkordant von den bunten Aguaclara-Shales überlagert. Es handelt sich also im Baños-Pedregoso-Kalk um die oberste Abteilung der San Luis-Formation. Des weiteren ist auf den Südabhängen des Cerro la Horqueta und des Cerro los Ahumados (z. B. auch in der Quebrada Pecaya) deutlich zu erkennen, wie der massive San Luis-Riffkalk gegen Süden zu in einer mergeligen-tonigen Formation weithin sichtbar auskeilt. Diese Mergelformation, die ich „Pecaya-Shales“ nenne, unterlagert auch die Riffkalke des Cerro la Horqueta auf der W-Seite dieses Berges und zieht von hier nach Pedregoso hinüber, wo sie nach oben durch Aufnahme dünner Kalkbänke langsam in den Pedregoso-Kalk übergeht. Die kleinforaminiferenreichen Pecaya-Shales enthalten in ihrer Mitte eine dünne Sandstein-Zone, welche reich an Turritellen und andern Mollusken ist. Nach unten gehen die Pecaya-Shales über in die Sandsteine von San Juan de la Vega (Hügelzone westlich Pecaya), welche die gleichen Mollusken führen wie die den Pecaya-Shales eingelagerten Sandsteinbänke. Gegen Süden zu werden die Pecaya-Shales nicht mehr von Sandsteinen unterlagert, sondern in ihrer Basis trifft man das mächtige Kalkriff des Cerro Bocaina (Bocaina-Kalk), das am südlichen Schluchtausgang den Pauji-Shales, in der Schlucht selbst den Paraiso-Schichten (= oberste Misoa-Trujillo-Formation) auf liegt. Zwischen der Schlucht und der westlich liegenden Automobilstrasse keilt das Kalkriff des Cerro Bocaina in den Pecaya-Shales rasch aus, sodass im Westen der Strasse die Pecaya-Shales direkt auf die Paraisoquarze zu liegen kommen. Die diskordante Auflagerung der San Luis-Formation auf das ältere Eocän tritt hier sehr schön in Erscheinung und wurde schon von LIDDLE erkannt (Lit. 66, p. 253). Als Äquivalente des Bocaina-Kalkes sind auch diejenigen Kalkriffe des Agualinda-Gebietes aufzufassen, welche diskordant über den unteroligocänen Churuguara-Schichten liegen.

Fasst man die San Luis-Formation im oben beschriebenen Sinne auf, ohne den einzelnen Faziesgliedern eine allzugrosse Bedeutung beizumessen, so bildet sie eine ausgezeichnete, ca. 80—1000 m mächtige stratigraphische Einheit, die nach unten begrenzt wird durch die liegende Diskordanz gegen Unteroligocän und Eocän. Auch die obere Grenze gegen die lagunären Aguaclara-Shales ist gut ausgeprägt, und im Gebiet der Serranía de San Luis scheint sogar eine leichte Diskordanz vorhanden zu sein, wie das über dem San Luis-Riffkalk liegende Guarabal-Conglomerat vermuten lässt. Dass dieses nicht mehr in die San Luis-, sondern in den unteren Teil der Aguaclara-Formation gehört, geht aus dem Umstand hervor, dass bei Guarabal (südlich Coro) San Luis Riffkalke und Guaralal-Conglomerat durch eine 60 m mächtige Zone bunter Aguaclara-Shales getrennt werden.

Fassen wir die obigen Ausführungen nochmals zusammen, so ergibt sich folgendes für die Gliederung der San Luis-Formation in Central-Falcón:

Obere San Luis-Formation: Riffkalke der Serranía de San Luis, Baños-Kalk, Pedregoso-Kalk, Kalk des Cerro Guasiqui.

Mittlere San Luis-Formation: Pecaya-Shales (in der Serranía de San Luis reicher an sandigen Einlagerungen).

Untere San Luis-Formation: Sandsteine von San Juan de la Vega, Riffkalke des Cerro Bocaina und des Agualinda-Gebietes.

Eine ganz analoge Dreigliederung resultiert aus den durch meinen Freund Dr. P. LEUZINGER ausgeführten gründlichen Untersuchungen des Acurigua-Gebietes am Ostabfall der Serranía de San Luis; sie haben ein reiches Orbitoidenmaterial aus allen drei Unterabteilungen der San Luis-Formation zutage gefördert, das durch mich einer ersten Durchsicht unterzogen wurde.

Die Vermergelung der San Luis-Formation im Westen der Serranía de San Luis geht so weit, dass bei Pedregal eine einheitliche Mergelformation vorliegt: die Pedregal-Shales, welche von LIDILE (Lit. 66), mit den Pauji-Shales vereinigt und dem Unteroligocän zugewiesen wurden^{25a)}. Tatsächlich liegen die Pedregal-Shales konkordant unter Aguaclara-Shales und diskordant auf den Misoa-Trujillo-Quarziten des Cerro Chimborazo (nördlich Purureche), welchen, wie bei Paraiso, die Pauji-Shales als steilstehende, enggepresste Mullen eingefaltet sind. Zeigen einsteils Pauji-Shales und Pedregal-Shales grosse lithologische Ähnlichkeit, so beweist ihr geologisches Auftreten deutlich, dass es sich um zwei ganz verschiedene Formationen handelt: die Pauji-Shales sind concordant und durch Übergang mit der Misoa-Trujillo-Formation verbunden, während die Pedregal-Shales discordant

^{25a)} Siehe Anmerkung ^{21a)}, p. 67.

über diesen beiden Formationen lagern, seitlich in die San Luis-Formation übergehen und concordant von den Aguaclara-Shales bedeckt werden.

Nachdem wir die San Luis-Formation definiert haben, können wir zur Behandlung ihrer Orbitoidenfauna übergehen.

Untere San Luis-Formation:

Lepidocyclina sp. (kleine Formen) häufig
/Lepidocyclina cf. *marginata* MICH. (GV)
Lepidocyclina undosa CUSHMAN (G)
Lepidocyclina favosa CUSHMAN (G) selten
Miogypsina sp. (Verf.) häufig
Nummulites sp. (GV, G) selten
Spiroclypeus sp. (Verf.)
Heterostegina sp.

Mittlere San Luis-Formation:

Lepidocyclina sp. (kleine Formen) häufig
Miogypsina sp. häufig
Nummulites sp. selten

Obere San Luis-Formation:

Lepidocyclina sanluisensis GRAVELL²⁶⁾ (G) sehr häufig
Lepidocyclina cf. *antiguensis* VAUGHAN & COLE (Verf.) selten
Lepidocyclina canellei P. LEMOINE & R. DOUVILLÉ (G) häufig
Lepidocyclina forresti VAUGHAN (G) selten
Miogypsina hawkinsi HODSON (G) häufig
Nummulites sp. (G) selten
Heterostegina cf. *antillea* CUSHMAN selten
Spiroclypeus sp. (Verf.) häufig

Ich habe oben erwähnt, dass *Lepidocyclina undosa* CUSHMAN in der untern San Luis-Formation auftritt (Acurigua-Gegend: No. 967, 968 und Agualinda-Gegend). Nach mündlicher Mitteilung von Dr. L. KEH-RER sollen grosse Lepidocyclinen auch noch an der Basis des Oberen San Luis-Riffkalkes am Cerro la Horqueta (NW Pecaya) vorhanden sein. Leider konnte ich die Stelle nicht mehr selbst besuchen, habe aber im Schutt Kalkstücke mit langen und dünnen Lepidocyclinen gefunden, die von dort stammen und wohl *Lepidocyclina undosa* repräsentieren dürften.

²⁶⁾ GORTER & VAN DER VLERK (Lit. 47) haben diese Form als *Lepidocyclina marginata* MICHELOTTI bestimmt. GRAVELL (Lit. 48 p. 6 und 28) weist darauf hin, dass es sich nicht um diese Art handeln kann, weil die fragliche Form nicht einen nephro-, sondern einen isolepidinen Embryo besitze. Im übrigen muss bemerkt werden, dass *Lepidocyclina marginata* MICHELOTTI weder einen nephro- noch einen isolepidinen Embryo aufweist, da es sich um eine microsphärische Form handelt (Lit. 36, p. 47 und 76 und Lit. 64, p. 16).

Die **San Luis-Formation** als Ganzes enthält folgende **Gross-foraminiferenfauna**:

- Lepidocyclina canellei* LEMOINE & R. DOUVILLÉ
- Lepidocyclina sanluisensis* GRAVELL
- Lepidocyclina cf. antiquensis* VAUGHAN & COLE
- Lepidocyclina forresti* VAUGHAN
- Lepidocyclina undosa* CUSHMAN
- Lepidocyclina favosa* CUSHMAN
- Miogypsina hawkinsi* H. K. HODSON
- Nummulites* sp. (klein und selten)
- Heterostegina cf. antillea* CUSHMAN
- Spiroclypeus* sp.

Von der Fauna der liegenden Churuguara-Schichten unterscheidet sich die San Luis-Fauna namentlich durch die Seltenheit der Nummuliten, die hier nicht mehr gesteinsbildend auftreten und durch das spärliche Vorhandensein der grossen Lepidocyclinen vom Typus der *L. undosa* und *L. gigas*. Der San Luis-Formation fehlen *Lepidocyclina falconensis* und *L. senni*, während auf der anderen Seite *Lepidocyclina sanluisensis*, *L. cf. antiquensis*, *L. forresti* und *L. favosa* auf die San Luis-Formation beschränkt bleiben. Diese drei letzten Arten finden sich alle in der Antigua-Formation von Antigua, die allgemein dem Mitteloligocän zugewiesen wird auf Grund ihrer Korallenfauna, die VAUGHAN mit derjenigen des Rupélien von Castel Gomberto im Vicentin parallelisiert hat. Mit der ebenfalls mitteloligocänen Meson-Formation von Mexico zeigt die San Luis-Formation ebenfalls nahe Beziehungen infolge des beidseitigen Vorkommens von *Lepidocyclina canellei*, *L. undosa* und *L. favosa*. Gute Übereinstimmung zeigt die San Luis-Formation auch mit der mitteloligocänen Moneague-Formation von Jamaica, mit der sie *Lepidocyclina canellei*, *L. forresti*, *L. undosa* gemeinsam hat.

Ich glaube also, die von verschiedenen Autoren (Lit. 50, 66) vorgenommene Zuweisung der San Luis-Formation zum Mitteloligocän nur bestätigen zu können.

Was die Molluskenfauna (Fauna No. VIa) der San Luis-Formation anbelangt, so ist sie der Fauna der Churuguara-Schichten (Fauna VIb) sehr ähnlich. Immerhin sind einige Arten auf die eine oder die andere Formation beschränkt. Die Mollusken aus der oberen San Luis-Formation zeigen auch schon Anklänge an die Fauna der hangenden Aguaclara-Formation.

5. Aguaclara-Formation.

Die obere San Luis-Formation ist die jüngste Schichtgruppe in Venezuela, in der Lepidocyclinen noch häufiger und gesteinsbildend auftreten. In der direkt darüber liegenden Aguaclara-Formation sind solche schon äusserst selten. Einsteils ist dies auf ökologische

Gründe zurückzuführen, da, wie z. B. an der Typikalität Aguaclara, die Formation durch mächtige bunte Tonschiefer, die z. T. wohl lagunären Ursprungs sind, vertreten ist; andernteils aber sind auch dort, wo die Bedingungen für ein Gedeihen der Orbitoiden gegeben sind, die Lepidocylinen äusserst spärlich vorhanden.

Das Typprofil von Aguaclara zeigt eine ca. 800 m mächtige Folge bunter, z. T. lagunärer, gypsreicher Tonschiefer, mit marinen Einlagerungen im unteren und oberen Teil. Besonders wichtig ist die obere marine Zone, die neben Mollusken auch eine marine Kleinforaminiferenfauna liefert hat; diese aus schwarzen Tonschiefern stammende Fauna zeigt infolge ihrer Artenarmut bei gleichzeitiger Häufigkeit der Individuen deutlich, dass sie wohl in einem nur zeitweise mit dem offenen Meere in Verbindung stehenden Raum gelebt hat. Dieser immerhin marine Horizont im obersten Teil der Aguaclara-Formation hat eine weite Verbreitung im nördlichen Falcón und kann auch auf der E-Seite des Maracaibo-Sees noch erkannt werden, wo er nach mündlicher Mitteilung meines Freundes H. HEDBERG kleine Lepidocylinen vom iso- und nephrolepidinen Typus und Miogypsinen führt.

Der Aguaclara-Formation zuzurechnen ist auch das Orbitoidenvorkommen von El Mene de Buchivacoa in West-Falcón (Lit. 48, No. 443). Es enthält nach GRAVELL (Lit. 48, p. 9) kleine unbestimmbare Lepidocylinen. Nicht weit hiervon stammen auch die von KOCH (Lit. 57, p. 752) „from the westernmost part of the state of Falcón“ beschriebenen kleinen Lepidocylinen und *Miogypsin staufferi* KOCH.

Weitere der Aguaclara-Formation zuzuschreibende Orbitoidenvorkommen stammen aus der El Mene Sand-Formation von El Mene de Acosta (Ost-Falcón). Bevor wir ihre Fauna näher beschreiben, müssen wir aber einige Bemerkungen vorausschicken über die Correlation der Schichtserie von Ost-Falcón mit der klassischen Serie von Central-Falcón.

In Ost-Falcón wird nämlich die zum grössten Teil flachmeerische Fazies von Central-Falcón durch tiefermeerische Foraminiferen-Mergel und -Tone ersetzt. Um diese mächtigen Ton- und Mergel-Formationen, die sich lithologisch nicht auseinanderhalten lassen, zu gliedern, sind wir fast ausschliesslich auf Kleinforaminiferen angewiesen, da die hie und da auch vorhandenen Mollusken einem ganz anderen Lebensbezirk angehören und sich nicht mit den neritischen Faunen von Central-Falcón vergleichen lassen.

Die Foraminiferen-Mergel von Ost-Falcón enthalten zwei Hauptfaunen: die ältere Guayaval-Fauna und die jüngere Aguasalada-Fauna (Lit. 120), welche beide durch das Auftreten einer ganzen Reihe typischer Arten charakterisiert sind (Guayaval-Leitformen und Aguasalada-Leitformen, unter welchen z. B. *Cristellaria calcar* LINNÉ

und *Cristellaria clericii* FORNASINI²⁷⁾. Die Guayaval-Fauna tritt in Central-Falcón in den obereocänen Pauji-Shales und in der San Luis-Formation (bis zu oberst) auf, in Ost-Falcón in den obereocänen Cerro Mision-Shales und den Guayaval-Marls, welche der Aguanegra-Formation angehören (oberstes Eocän und Unteroligocän). Sie lässt sich auf Grund der Kleinforaminiferen in drei Unterabteilungen gliedern, welche das Obereocän (Pauji-Fauna), das Unteroligocän (Guayaval-Fauna s. str.) und das Mitteloligocän (San Luis-Pedregal-Fauna) repräsentieren.

In Nordwest-Venezuela haben wir bis jetzt keine tiefermeerische Foraminiferenfauna gefunden, welche eine Verbindung herstellen würde zwischen den ziemlich verschiedenen Guayaval- und Aguasalada-Faunen, da die in Betracht fallenden Formationen in Central-Falcón in lagunärer (untere Aguaclara-Shales), in Ost-Falcón in flachmeerischer Fazies ausgebildet sind. Diese Lücke wird aber (nach meiner persönlichen Ansicht) ausgezeichnet ausgefüllt durch die Greenclay-Formation von Trinidad, in welcher Guayaval- und Aguasalada-Foraminiferen zusammen vorkommen²⁸⁾, und welche zwischen die, eine Guayaval-Fauna enthaltenden Bambooclays der Cipero-Küste und die, eine Aguasalada-Fauna führenden Ste Croix-Schichten eingeschaltet sind.

Die Aguasalada-Tone (Lit. 120) lassen sich auf Grund der Kleinforaminiferen in 6 Zonen gliedern, welche ich von unten nach oben als A4 (= Aguasalada-Zone 4), A3—A4, A3, A2, A1a und A1c bezeichne. Da diesen Aguasalada-Tonen flachmeerische Molluskenfaunen und Orbitoiden fehlen, andererseits die entsprechenden Schichten von Central-Falcón die tiefermeerischen Aguasalada-Foraminiferen nicht enthalten, sind wir für eine Correlation auf diejenigen Gebiete angewiesen, welche einen Übergang zeigen zwischen flach- und tiefermeerischer Fazies. So sehen wir sowohl im Gebiete von Cumarebo als auch in der Gegend von Rieci, dass die A1-Fauna mit der Molluskenfauna der Damsite- und La Vela-Schichten (Fauna No. III) auftritt. Im Baragua-Becken finden wir die A3—A4-Fauna zusammen mit einer Molluskenfauna der unteren Cerro Pelado-Formation. In Ost-Falcón tritt diese Fauna im Liegenden der Curamichate-Sande auf, welche ebenfalls noch eine Cerro Pelado-Molluskenfauna enthalten. Die A4-Fauna tritt in der Gegend von Acurigua im Niveau der oberen marinischen Zone der Aguaclara-Shales auf. Sie zeigt insofern noch gewisse Beziehungen zur Kleinforaminiferenfauna der oberen orbitoidenreichen San Luis-Formation des Acuriguagebietes, als beiden Faunen einige Arten gemeinsam sind, die in der oberen San Luis-Fauna mit den Guayaval-Leitformen, in der A4-Fauna mit den

²⁷⁾ Diese beiden Arten sind in Nordwest-Marokko auf das Miocän beschränkt.

²⁸⁾ N. B. handelt es sich hier um keine Aufarbeitung, wie sie sonst sowohl in Trinidad als auch besonders in Ost-Falcón so häufig erkannt werden kann.

Aguasalada-Leitformen vergesellschaftet sind. Die zwischen Curamichate-Sande und A1-Zone eingeschalteten A2- und A3-Zonen²⁹⁾ entsprechen der Socorro-Formation von Central-Falcón. Im übrigen verweise ich auf Tafel VIII, welche alle diese Parallelisationen veranschaulicht.

Für die Orbitoidenfrage ist es nun von besonderer Wichtigkeit, dass in der Südostecke des Ost-Falcón-Gebietes³⁰⁾ die Aguasalada-Tone wieder einer flachmeerischen Fazies Platz machen, die im Gegensatz zu Central-Falcón an Riffkalken reich ist.

Damit sind die Voraussetzungen zur Besprechung der El Mene-Sandformation von Ost-Falcón geschaffen. Ihre Correlation mit dem mittleren Teile der Aguaclara-Formation beruht darauf, dass im Hangenden der El Mene-Sande die A4-Fauna auftritt, während die Mergelglieder der El Mene-Sandformation selbst eine Kleinforaminiferen-Fauna enthalten, die kaum Beziehungen zur Fauna der oberen San Luis-Formation aufweist³¹⁾. Die El Mene - Sandformation ist somit jünger als Obere San Luis- und älter als Obere Aguaclara-Formation. Sie muss also den tieferen Teilen der Aguaclara-Stufe zugeteilt werden. Damit stimmt ausgezeichnet die Orbitoidenfauna der El Mene - Sandformation überein, in welcher Lepidocyclinen (im Gegensatz zur Oberen San Luis-Formation) nur noch spärlich vorhanden sind, während Miogypsen und *Spiroclypeus* gesteinsbildend auftreten. Dabei zeigt sich, dass innerhalb der 500 m mächt-

²⁹⁾ Aus dem oberen Teil der A3-Zone stammt die durch CUSHMAN (Lit. 25) von Aguide beschriebene Kleinforaminiferenfauna. Ihre durch CUSHMAN vorgenommene Einreihung ins Miocän ist durchaus zutreffend, während die durch DORR (Lit. 30) geäusserte Ansicht, wonach es sich um Unteroligocän handeln würde, jeglicher Begründung entbehrt. Die Aguide-Fauna stammt aus Schichten, die deutlich über den jüngsten Lepidocyclinenschichten liegen; sie hat grosse Ähnlichkeit mit der Kleinforaminiferenfauna des Ste Croix - Quarry in Trinidad die ich 1931 auf Veranlassung von Dr. H. G. KUGLER einer Durchsicht unterzog (siehe Lit. 80 A, p. 321, Anmerkung). Die durch R. RUTSCH von dieser Lokalität bestimmte Pteropodenfauna (Lit. 80 A, p. 321/22) zeigt nahe Beziehungen zum italienischen Burdigalien und Helvétien, wodurch CUSHMAN's Ansicht über das miocäne Alter der Aguide-Fauna, sowie meine Auffassung über die stratigraphische Stellung der A3-Zone (vgl. Tafel VIII) eine wesentliche Stütze erhält. Während des Druckes dieser Arbeit ist es R. RUTSCH gelungen, in der A3-Zone der Aguasaladatone von Venezuela ebenfalls Pteropoden nachzuweisen. Er teilt mir mit, dass in den Tonen von der Küste zwischen Casa Bentura und Curamichate im Distrikt Acosta mehrere Exemplare von *Clio pulcherrima* (MAYER) gefunden wurden (Mus. Basel, Lok. Nr. 361 und 369; Coll. KUGLER und VONDERSCHMIDT). *Clio pulcherrima* ist bis jetzt nur im Burdigalien und Helvétien Italiens und in den Ste Croix-Schichten von Trinidad nachgewiesen worden. Dadurch bestätigt sich die Korrelation zwischen der A3-Zone und den Ste Croix-Schichten nochmals.

³⁰⁾ Berge südlich Agualinda, Cerro Misión, Cerro Chicheriviche etc.

³¹⁾ Nach unten liegt die El Mene-Sand-Formation transgressiv auf den obereocänen Cerro Misión-Shales, welche nur durch wenige Tiefbohrungen erreicht wurden. Am Kontakt treten Glaukonitsande auf, zuweilen in Verbindung mit orbitoidenführenden Sandkalken.

tigen, vorwiegend aus sandigen Mergeln und Sanden bestehenden Formation kein Wechsel in der Orbitoidenfauna vor sich geht. So enthalten die kalkigen Glaukonitsandsteine der basalen Transgressionsschicht dieselben kleinen Lepidocylinen³²⁾ wie der den obersten Lagen entstammende Fundort 204 (Lit. 48), dessen Lepidocylinen von GRAVELL als

? *Lepidocyclina canellei* LEMOINE & R. DOUVILLÉ

bestimmt wurden, während in den dazwischenliegenden Schichten hie und da kleine Linsen von Miogypsinen- und Spiroclypeuskalken auftreten.

Auffallend ist, dass die Lepidocylinen (mit wenigen Ausnahmen) in den Miogypsinenkalken meist fehlen, während umgekehrt die Miogypsinen in denjenigen Schichten ausbleiben, in denen die Lepidocylinen noch etwas zahlreicher (aber nicht mehr gesteinsbildend!) vertreten sind. So enthalten von 11 Orbitoidenvorkommen: 5 ausschliesslich Lepidocylinen, 4 ausschliesslich Miogypsinen, während ich nur in 2 Mustern neben häufigen Miogypsinen je eine *Lepidocyclina* erkennen konnte.

Dieses sporadische Auftreten der Lepidocylinen scheint darauf hinzudeuten, dass der Höhepunkt ihrer Entwicklung bereits überschritten ist.

An Grossforaminiferen enthält die El Mene - Sandformation folgende Gattungen und Arten:

? *Lepidocyclina canellei* LEMOINE & R. DOUV. (G) zieml. häufig
Miogypsina sp. häufig

Heterostegina sp. zieml. häufig

Spiroclypeus sp. häufig

Amphistegina sp. häufig

Diese Fauna darf als die reichste der in Venezuela bisher aus der Aguaclara-Stufe bekannt gewordenen Orbitoidenfaunen gelten. Sie scheint das oberoligocäne Alter, das für die Aguaclara-Formation von verschiedenen Autoren (z. B. Lit. 66) postuliert wird, zu rechtfertigen. Eine besondere Bedeutung kommt dem Vorkommen von ? *Lepidocyclina canellei* zu, welche wir selten in den Churuguara-Schichten und häufig in der San Luis-Formation getroffen haben und welche nach VAUGHAN (Lit. 114, p. 15) im caribischen Gebiete Mittel- und Oberoligocän charakterisiert. Wir dürfen die Aguaclara-Formation auch mit dem oberoligocänen „Byram calcareous marl“ von Mississippi und Alabama vergleichen, in welchem, im Gegensatz zu der lepidocylinenreichen mitteloligocänen Glendon-Formation, die Lepidocylinen auch nur noch durch eine einzige Spezies (*L. supera* CONRAD) vertreten sind (Lit. 21, 22).

³²⁾ Ich konnte hier nur isolepidine Formen erkennen.

6. Cerro Pelado-Formation.

Diese Formation, die in der Umgebung von Aguaclara durch eine 1000 m mächtige, nur zu unterst marine, kohlenführende Sandsteinformation vertreten ist, enthält bei El Isiro südlich Coro ein kleines Miogypsinenkalkriff³³⁾, das die jüngsten in Venezuela bisher aufgefundenen Lepidocylinen enthält (Lit. 47, Fundort 2622). Von verschiedenen Geologen wird dieser Miogypsinenkalk zwar in die Aguaclara-Formation gestellt; ich glaube ihn aber noch der unteren Cerro Pelado-Stufe beirechnen zu dürfen, in Anbetracht der Tatsache, dass er im Profil über der oberen marin Zone der Aguaclara-Formation auftritt. Die noch nicht näher bestimmte Orbitoidenfauna enthält:

Miogypsina sp. häufig

Lepidocyclina sp. (kleine Formen) selten

Die Cerro-Pelado-Formation wird von LIDDLE (Lit. 66, p. 273) ins Aquitanien gestellt, welche Stufe dieser Autor ins Unter-Miocän verweist. Nach der Molluskenfauna, die von derjenigen der Aguaclara-Formation nicht wesentlich verschieden ist, scheint mir die Einreihung der Cerro Pelado-Formation ins oberste Oligocän naheliegender. Sieht man allerdings auf die Entwicklung der Kleinforaminiferenfauna, so fällt der schärfste Schnitt in die Aguaclara-Formation hinein, in deren oberem Teile die erste typische Aguasalada-Fauna (A4) auftritt.

Ich möchte vorläufig die Cerro Pelado-Formation den Tampa- und Chattahoochee-Formationen von Florida vergleichen, welche in Nordamerika die letzten Lepidocylinen zu beherbergen scheinen und als Äquivalent des europäischen Aquitanien aufgefasst werden (Lit. 22 und 70).

Wie das europäische Aquitanien nimmt auch die Cerro Pelado-Formation eine eigentümliche Zwischenstellung zwischen Oligocän und Miocän ein. So repräsentiert sie im nördlichen Falcón die terrestrische Endphase des oligocänen Sedimentationszyklus, während sie in Lara (Baragua- und Siquisique-Becken), über älteren Schichten als marine Ablagerung transgredierend³⁴⁾, den miocänen Cyclus einleitet.

³³⁾ Wir verdanken seine Kenntnis Dr. L. KEHRER, der dieses Vorkommen 1929 Dr. KUGLER gezeigt hat.

³⁴⁾ In diesem Zusammenhang möchte ich darauf hinweisen, dass die durch JONES & WHITEHEAD (Lit. 56) beschriebene Diskordanz von Los Algodones nicht zwischen Oberer Kreide und Unterem Eocän auftritt, sondern zwischen liegender eocäner Misoa-Trujillo-Formation und hangender, durch eine reiche Molluskenfauna charakterisierter Cerro Pelado-Formation (event. noch die oberste Aguaclara-Formation umfassend).

7. Socorro-Formation.

Diese in den Typprofilen von Ost-Falcón bis 2300 m mächtige Formation hat weder hier noch in Ost-Falcón Orbitoiden geliefert. Ihr Fehlen ist aber durch den Umstand bedingt, dass in dieser Formation mächtigere Kalkglieder nicht vorhanden sind. Was die Lepidocyclinen anbelangt, die (wie wir oben gesehen haben) schon in der liegenden Cerro Pelado-Formation nur noch kümmerlich entwickelt sind, so dürfen wir vermuten, dass sie zur Zeit der Ablagerung der Socorro-Schichten bereits ausgestorben waren. Dies trifft aber nicht zu für die Miogypsinen, welche noch im Hangenden der Socorro-Formation eine reiche Entwicklung zeigen.

Die Socorro-Formation stelle ich ins Untermiocän³⁵⁾, da sie Schichten unterlagert, welche die typische Molluskenfauna der mittelmiocänen Gatun-Stufe enthalten. Die Socorro-Formation selbst führt, besonders in ihrem unteren Teile (Querales-Shales), eine reiche Molluskenfauna, welche am besten durch den Fundort Cantaure in Paraguaná vertreten wird, von wo bereits einige Arten durch F. und H. K. HODSON beschrieben wurden (Lit. 53, Fundort No. 2207). Die Cantaure-Fauna enthält auch die jüngsten mir aus dem venezuelanischen Tertiär bekannten Nautiliden.

In der oberen Socorro-Formation (Socorro s. str.) ist das erste Auftreten von *Turritella abrupta* SPIEKER bemerkenswert, welche in Peru auch schon aus der untermiocänen Upper Zorritos-Formation erwähnt wird (Lit. 75).

8. Damsite-Formation.

Die 1000 bis 1500 m mächtige Damsite-Formation von Central-Falcón hat keine Orbitoiden geliefert, wohl aus dem Grunde, weil ihr in diesem Gebiet, wie der Socorro-Formation, grössere Kalkglieder fehlen. Dagegen ist sie überaus reich an Mollusken, welche eine Zuteilung zur mittelmiocänen Gatun-Stufe erlauben. Von Damsite-Mollusken, welche an andern westindischen Miocän-Lokalitäten vorkommen, seien hier nur einige wenige erwähnt, welche ich 1933 am Naturhist. Museum Basel zu bestimmen Gelegenheit hatte:

Acila isthmica BROWN & PILSBRY

Arca lloydii OLSSON

Arca pittieri DALL

Arca patricia SOW.

Arca dariensis BROWN & PILSBRY

Arca occidentalis PHILIPPI

Glycymeris canalis BROWN & PILSBRY

Glycymeris canalis trilobicosta PILSBRY & BROWN

Cardium serratum LINNÉ

³⁵⁾ Vgl. auch Anmerkung ²⁹⁾ p. 77.

- Chama corticosaformis* WEISBORD
Echinochama sp.
Clementia dariena dariena CONRAD
Macra alata SPENGLER
Corbula gatunensis TOULA
Corbula brassoensis MAURY
Architectonica nobilis BOLTEN
Natica canrena LINNÉ
Turritella altilira CONRAD
Turritella gatunensis CONRAD var.
Turritella bifastigata NELSON
Turritella abrupta SPIEKER
Vermetus (Petaloconchus) sculpturatus domingensis Sow.
Clava venada MAURY
Distorsio decussatus gatunensis TOULA
Turris albida PERRY

Ausser diesen anderorts vorkommenden Mollusken wurden durch F. & H. K. HODSON schon eine ansehnliche Zahl endemischer Arten und Varietäten aus der Damsite-Formation beschrieben, die ich hier nicht erwähne, da sie für einen Vergleich mit andern Formationen nicht in Betracht fallen (Lit. 50, 52 und 53).

Für die Orbitoidenfrage von grosser Wichtigkeit ist nun, dass in der Gegend zwischen Coro und Cumarebo sich in der Damsite-Formation zwei Kalkhorizonte einstellen, die dann in Ost-Falcón eine besondere Entwicklung und Mächtigkeit erlangen. An der Basis der Damsite-Formation findet sich im Cumarebo-Gebiet der wenig mächtige, linsige Dividive-Kalk, der in dem kleinen Lithothamnium Riff von Dividive südwestlich Cumarebo ausnahmsweise bis auf 10 m anschwillt. Neben Lithothamnien enthält er feine Einzelkorallen und häufige Amphisteginen. In dem spärlichen, mir von der Typikalität Dividive zur Verfügung stehenden Material, glaube ich auch Fragmente von Miogypsinen gesichtet zu haben, möchte aber noch eine Bestätigung durch weitere Aufsammlungen abwarten. Der in der obersten Damsite-Formation von Cumarebo auftretende, bis 100 m mächtige Capadare-Kalk³⁶⁾, ein vorwiegend aus Kalkalgen gebildeter massiver Riffkalk, enthält dagegen bestimmt keine Orbitoiden mehr.

Besseren Aufschluss über die Grossforaminiferenfauna dieser mittelmiocänen Kalkbildungen erhalten wir in den Bergen von Aguallinda, Rieci und des Cerro de la Misión, wo sie eine mächtige Entwicklung erlangen und besonders durch die Herren Drs. W. BRUDERER

³⁶⁾ Vom Cerro Capadare in Ost-Falcón (siehe Lit. 120). Die Altersbestimmung des Capadare-Kalkes durch LIDDLE als Pliocän (Lit. 66, p. 343) ist unrichtig, da dieser Kalk überall klar von der obermiocänen La Vela-Formation überlagert und von der mittelmiocänen Damsite-Formation unterlagert wird.

und W. T. KELLER eingehend untersucht wurden. Wir unterscheiden dort von unten nach oben:

- a) Liegendes: Bachacal-Sande, der oberen Socorro-Formation zugehörend.
- b) Obere Bachacal-Schichten: 150 m Sandkalke, reich an Molluskenschalenresten, mit untergeordneten Mergellagen. Trotz dem Reichtum an Schalenresten sind bestimmbarre Mollusken verhältnismässig selten. Immerhin zeigt das Auftreten von Formen wie

Arca patricia Sow.

Turritella abrupta SPIEKER,

sowie eine Kleinforaminiferenfauna der A1. a-Zone, dass es sich bereits um die Basis der Damsite-Formation handelt.

- c) Miogypsinen-Kalk: ca. 200 m Algen-, Foraminiferen-, und Korallenkalke, mehr oder weniger sandig mit untergeordneten Mergellagen, welche eine A1-Foraminiferen-Fauna enthalten. Wie in den liegenden Schichten sind auch hier Mollusken selten gut erhalten. Immerhin konnte hier z. B. auch *Turritella abrupta* SPIEKER nachgewiesen werden. In den Kalken treten an Foraminiferen auf:

<i>Miogypsina</i> sp.	}	gesteinsbildend
<i>Amphistegina</i> sp.		
<i>Heterostegina</i> sp.		selten
<i>Sorites</i> sp.	}	
<i>Bolivina</i> sp.		häufig
<i>Spiroloculina</i> sp.		

Am Cerro Judío südlich Jacura tritt dazu noch ziemlich häufig die Gattung *Spiroclypeus*, welche weiter im Süden fehlt. Ich dachte daher hier zunächst an El Mene-Sandformation. Die detaillierten Feldaufnahmen von Dr. P. LEUZINGER haben aber einwandfrei nachgewiesen, dass der Kalk des Cerro Judío stratigraphisch hoch über der El Mene-Sandformation liegt, und seitlich in eine Bildung übergeht, welche eine reiche Damsite-Molluskenfauna und eine A 1. a Kleinforaminiferenfauna enthält.

- d) Intermediate-beds: \pm 400 m; Wechsellagerung von mehr oder weniger sandigen Kalken und sandigen Tonen und Mergeln, welche an verschiedenen Orten eine reiche Damsite-Molluskenfauna liefert hat, worunter z. B.

Glycymeris canalis trilobicosta PILSBRY & BROWN
Turritella altilira guppyi COSSMANN
Turritella gatunensis lavelana HODSON
Turritella abrupta SPIEKER
Turritella bifastigata NELSON
Clava venada MAURY

Brackische Einflüsse machen sich geltend durch das Auftreten von Corbiculen und über 30 cm langen Crassostreen. Die Mergellagen enthalten eine Kleinforaminiferenfauna der A1-Zone, während die dem Miogypsinenkalk lithologisch durchaus ähnlichen Kalkglieder reich sind an:

- Amphistegina* sp.
- Sorites* sp.
- Bolivina* sp.
- Spiroloculina* sp.

e) Capadare-Kalk (hier auch Clypeasterkalk genannt), 135 m reine Algenkalke mit:

- Amphistegina* sp.
- Sorites* sp.
- Bolivina* sp.

meist schlecht erhaltenen Mollusken und Echiniden (*Clypeaster* und *Scutelliden*).

f) Hangendes: La Vela-Formation mit reicher Mollusken- und Kleinforaminiferenfauna der A 1. c-Zone.

Der Miogypsinenkalk des südöstlichen Ost-Falcón-Gebietes ist also deutlich einer Formation eingelagert, die infolge ihrer Mollusken- und Kleinforaminiferenfauna der mittelmiocänen Damsite-Formation von Central-Falcón gleichgestellt werden muss. Von den älteren Miogypsinenkalken unterscheidet sich dieser Miogypsinenkalk dadurch, dass ihm die Lepidocylinen vollständig fehlen³⁷⁾. Bei den Miogypsinen handelt es sich um ziemlich grosse, schlanke Formen, die in Horizontal- und Vertikalschnitt sehr der europäischen *Miogypsin irregularis* MICHELOTTI gleichen. Eine genaue mikroskopische Untersuchung steht aber noch aus.

Das Interessanteste an diesen Vorkommen ist, dass bis jetzt in Amerika noch nie Miogypsinen aus so jungen Schichten bekannt geworden sind, während ähnliche Verhältnisse in Piemont (Helvétien) und in Ostindien vorzuliegen scheinen. Wir dürfen aber sicher sein, dass es sich im Miogypsinenkalk von Ost-Falcón um die allerletzten Miogypsinen handelt, da in den lithologisch völlig gleichen Kalken³⁸⁾ der Intermediate-beds und des Capadare-Kalkes die Miogypsinen vollständig fehlen, während die Miogypsinen begleitenden Foraminiferen des Miogypsinenkalkes (*Amphistegina*, *Sorites*, *Bolivina*, *Spiroloculina*) auch in den höheren Niveaus häufig sind. Wir dürfen

³⁷⁾ In Proben von 79 Fundorten konnte ich nur in einer einzigen zwei Exemplare von Lepidocylinen nachweisen; sie dürfen wohl aber hier sicher als aufgearbeitet betrachtet werden, da an dieser Stelle der Miogypsinenkalk mit einem glaukonitischen Transgressionsbett direkt auf den lepidocylinenreichen Churuguaraschichten aufliegt.

³⁸⁾ Ich kann mich hier auf die Untersuchung von Hunderten von Proben stützen.

also mit Sicherheit annehmen, dass die Gattung *Miogypsina* in Venezuela im unteren Mittelmiocän erlischt.

9. Die bis 1200 m mächtige La Vela-Formation, die allgemein dem Obermiocän zugewiesen wird, enthält auch in den in Ost-Falcón lokal auftretenden wenig mächtigen Algenkalkgliedern keine Orbitoiden mehr. Ihre Molluskenfauna, die in Central-Falcón infolge brackischer Einflüsse etwas verändert erscheint, in Ost-Falcón aber als rein marine Fauna vorhanden ist, unterscheidet sich nur wenig von der Damsite-Fauna. Von nichtendemischen Arten, die in Westindien z. T. auch in jüngeren als obermiocänen Schichten auftreten, habe ich schon bestimmt:

Arca centrota GUPPY
Arca bowdeniana DALL
Arca reticulata GMELIN
Turritella planigyrata GUPPY

10. Die Punta Gavilan-Formation von Ost-Falcón enthält ebenfalls keine Orbitoiden mehr. Die charakteristische Mittelstellung, die ihre Molluskenfauna (Fauna No. II) zwischen der mittel- bis obermiocänen Damsite-La Vela-Fauna und der recenten³⁹⁾ einnimmt, sowie die diskordante Lagerung über Unter-, Mittel- und Obermiocän haben mich veranlasst, die Punta Gavilan-Formation dem Pliocän (Lit. 80, p. 144/45) zuzuweisen. Die Bearbeitung ihrer Gastropodenfauna durch R. RUTSCH (Lit. 80) hat ein ähnliches Resultat gezeigt. Dieser Autor lässt allerdings die Möglichkeit eines obermiocänen Alters der Punta Gavilan-Schichten noch offen, bemerkt aber ausdrücklich, dass altpliocäne Molluskenfaunen, die für einen Vergleich in Betracht kommen könnten, aus dem tropisch-amerikanischen Tertiär bis jetzt ganz ungenügend bekannt sind.

Damit hätte ich eine vorläufige kurze Übersicht über die Tertiärstratigraphie von Falcón unter spezieller Berücksichtigung der Orbitoidenverbreitung gegeben, welche auf Taf. VIII zusammengestellt ist.

III. Die stratigraphische Verbreitung der Orbitoiden in Nordwest-Marokko.

Im Gebiete zwischen Ouezzane und Souk el Arba du Rharb, (Lit. 8), auf das sich meine Untersuchungen beschränken, findet man transgressiv über den Mergeln der oberen Kreide von unten nach oben folgende tertiäre Schichtfolge:

³⁹⁾ Die recente Fauna findet sich in den kräftig dislozierten Caboblanco-Schichten bei La Guaira fossil, welche Formation von MARTIN mit Recht dem Pleistocän zugeschrieben wurde. Ihre Fauna zeigt beträchtliche Unterschiede gegenüber der Punta Gavilan-Fauna.

1. Yprésien: 0—20 m glaukonitische Sandsteine und Mergel. Am Südhang des Djebel Sarsar haben mir diese Sandsteine ausser Kleinforaminiferen keine Fossilien geliefert, während bei Gzouli im E meines Untersuchungsgebietes (Lit. 61) aus diesen Schichten durch Frau DE CIZANCOURT (Lit. 20) und J. LACOSTE (Lit. 62) folgende Yprésienfauna bekannt wurde:

Nummulites aquitanicus BENOIST

Nummulites girondicus BENOIST

Nummulites bolcensis MUNIER-CHALMAS

Nummulites subbolcensis M. DE CIZANCOURT

Von andern Fundorten dieser Schichten erwähnt J. LACOSTE (Lit. 62, p. 325) auch:

Nummulites planulatus LAMK.

2. Lutétien:

a) Zum Teil auf den Glaukonitsandsteinen des Yprésien, zum Teil direkt auf der Kreide liegend:

200—300 m weisse und hellgraue Mergel und zum Teil silexführende Mergelkalke.

Im Oued el Hanech südlich des Djebel Sarsar finden sich im untersten Teil dieser Formation dünne Sandsteinbänke und Tonbreccienlagen, deren eckige Komponenten aus grünlichem Oberkreidemergel⁴⁰⁾ bestehen, und die reich an mittelgrossen bis grossen Nummuliten sind, unter denen nach einer vorläufigen Untersuchung von Frau DE CIZANCOURT die Gruppe des *Nummulites irregularis* DESHAYES reichlich vertreten ist.

An Orbitoiden konnte ich hier schon seltene kleine Astero-cyclinen beobachten. Auch die höheren Lagen dieser Formation enthalten hie und da grosse Nummuliten, Discocyclinen und Astero-cyclinen. Da die von mir selbst aufgesammelten Nummulitenfaunen noch der Bestimmung harren, zitiere ich nach der Literatur, die schon früher aus dem Untersuchungsgebiet bekannt gewordenen Funde:

Nummulites atacicus LEYM. } vom Djebel Sarsar (Lit. 62,
Nummulites distans DESH. } p. 328)

Nummulites millecaput BOUBÉE aus den obersten Lagen der
 Mergelkalke des Marabout von Sidi Moussa Ben Zered⁴¹⁾
 (Lit. 28, p. 293).

⁴⁰⁾ Diese Mergelgerölle enthalten eine typische Oberkreide-Kleinforaminiferenfauna mit massenhaften *Globotruncana* (= *Rosalina* der französischen Autoren), die also hier sicher aufgearbeitet sind. Im übrigen bleibt die Gattung *Globotruncana* in Marokko auf die obere Kreide beschränkt, wie es klar aus den Untersuchungen von J. LACOSTE und E. P. MARIE hervorgeht (Lit. 62, p. 294ff.).

⁴¹⁾ Aus neuem Material dieser Lokalität, das durch Herrn G. MOUROU gesammelt wurde, hat Frau DE CIZANCOURT auch *Nummulites gizehensis* FORSKAL bestimmt.

- b) Im Umkreis des Djebel Si Ameur el Hadi⁴²⁾ wird das oberste Lutétien durch eine ca. 50 m mächtige Folge von Sandsteinen, Sandkalken und sandigen Nummulitenkalken vertreten. Aus diesem Niveau wurden durch Frau DE CIZANCOURT und R. ABRARD bestimmt (Lit. 20, 62):

Nummulites gizehensis FORSKAL
Nummulites curvispira SAVI & MENEGHINI
Nummulites atacicus LEYM.

Ausserdem konnte ich hier erkennen:

Operculina sp.
Discocyclina (*Discocyclina*) sp. ziemlich häufig
Discocyclina (*Asterocyclina*) sp. häufig
Lepidocyclina cf. *mauretanica* BOURCART & DAVID
Lepidocyclina tournoueri LEMOINE & R. DOUVILLÉ
Lepidocyclina tournoueri var. *praetournoueri* H. DOUVILLÉ } selten⁴³⁾

3. Bartonien⁴⁴⁾:

- a) Ledien: (Djebel Si Ameur el Hadi) 350—400 m.

Vorwiegend hellgraue Mergel mit dünnen braunen Sandsteinbänklein und wenigen dickeren, harten Kalkbänken. Im untern Teile handelt es sich vorwiegend um Lithothamnienkalkbänke, die reich sind an mittelgrossen Nummuliten, Discocyclinen s. l. und Lepidocyclinen; im oberen Teile nehmen die Asterocyclinen derart überhand, dass eigentliche Asterocyclinenkalke entstehen.

Von über 60 Fundorten, die sich durch die ganze Formation verteilen, konnte übereinstimmend folgende Fauna nachgewiesen werden:

mittelgrosse und kleine Nummuliten, sehr häufig
Nummulites beaumonti D'ARCH. } vorläufige Bestimmung
Nummulites subbeaumonti DE LA HARPE } von Frau DE CIZANCOURT
Operculina sp., häufig
Discocyclina (*Discocyclina*) *pratti* MICHELIN
Discocyclina (*Discocyclina*) *nummulitica* GÜMBEL } häufig
Discocyclina (*Discocyclina*) *strophiolata* GÜMBEL
Discocyclina (*Asterocyclina*) *stellaris* BRUNNER (bis 7 mm Durchm.) massenhaft

⁴²⁾ Eine ausgezeichnete Profilserie durch dieses Massiv hat kürzlich H. DE CIZANCOURT gegeben (Lit. 19, Fig. 7).

⁴³⁾ Es sei hier bemerkt, dass ich Lepidocyclinen nicht nur in den schlemmbaren Mergeln nachweisen konnte, sondern auch in den kompakten Kalken, wo sie neben den grossen Nummuliten und den häufigen Discocyclinen s. l. selten sichtbar sind.

⁴⁴⁾ Bartonien im Sinne von R. ABRARD (Lit. 1).

Discocyclina (Actinocyclina) cf. radians D'ARCH. selten
Lepidocyclina mauretanica BOURCART & DAVID⁴⁵⁾ ziemlich
 häufig
Lepidocyclina tournoueri LEMOINE & R. DOUV.
Lepidocyclina tournoueri var. *praetournoueri* H. DOUV. } ziemlich
 häufig
Calcarina sp. häufig
Hantkenina alabamensis CUSHMAN häufig
Bulimina jacksonensis CUSHMAN ziemlich häufig und andere
 Kleinforaminiferen.

b) Wemmelien: (Djebel Si Ameur el Hadi) maximal 375 m.
Hellgraue Mergel mit dünnen braunen Sandsteinbänklein.
Im unteren Teile enthält die Formation noch einige dünne
Lagen von Asterocyclinenkalken, die aber nicht mehr orogra-
phisch hervortreten, wie die Bänke im Dach des Ledien. Aus
23 Proben, die sich über die ganze Formation verteilen, resul-
tiert folgende Fauna:

Nummulites sp. (kleine, gestreifte Formen 3—4 mm D.)
 selten
Nummulites cf. *fabianii* PREVER selten
Operculina sp. häufig
Heterostegina sp. selten
Discocyclina (*Discocyclina*) *pratti* MICHELIN
Discocyclina (*Discocyclina*) *nummulitica* GÜMBEL
Discocyclina (*Discocyclina*) *strophiolata* GÜMBEL } ziemlich
Discocyclina (*Asterocyclina*) *stellaris* BRUNNER (bis 4 mm D.)
 massenhaft
Discocyclina (*Actinocyclina*) cf. *radians* D'ARCH. selten
Lepidocyclina *tournoueri* var. *praetournoueri* H. DOUV. selten
Hantkenina *alabamensis* CUSHMAN häufig.
Bulimina *jacksonensis* CUSHMAN selten
Baculogypsinaoides *tetraedra* GÜMBEL selten
 und andere Kleinforminiferen.

Von der Fauna des Ledien unterscheidet sich diese Fauna durch das Zurücktreten der Nummuliten und Lepidocylinen⁴⁶), das Seltenerwerden der Discocylinen s. str. und das Kleinerwerden der Asterocylinen.

⁴⁵⁾ Aus diesen Schichten und von diesen Lokalitäten (Si Ameur el Hadi) stammen die Typen von *Lepidocyclina mauretanica* BOURCART & DAVID.

⁴⁶⁾ Die Seltenheit der Lepidocyclinen ist hier wohl dem Vorherrschen der Mergelfazies zuzuschreiben; denn, wie ich auf Grund detaillierter Profilaufnahmen nachweisen konnte, finden sich, im Gegensatz zu den Discocyclinen s. l. die Lepidocyclinen nur ganz ausnahmsweise in den schlammigen Absätzen der Kleinforaminiferenmergel, sondern sind meist an grobkörnigere Sedimente gebunden wie grobsandige Kalkmergel, Algenmergel und Algenkalke usw.

c) Mergelformation von Rihaiene und von Sidi Moussa Ben Zered: Die dem Ledien und Wemmelien des Djebel Si Ameur el Hadi zugeschriebenen Formationen gehen seitlich in eine tiefermeerische Formation einförmiger blaugrauer Mergel über. In den Übergangsgebieten enthalten diese Mergel noch Nummuliten (*N. incrassatus* DE LA HARPE, *N. fabianii* PREVER, Lit. 62, p. 338), Discocyclinen s. l., Lepidocyclinen und Hantkeninen, während alle diese Gattungen im Gebiet der reinen Mergelfazies fehlen, wo ausschliesslich Kleinforaminiferen auftreten (Globigerinenmergel). Diese Formation, welche bei Sidi Moussa Ben Zered und besonders in den Bachrinnen unterhalb des Dorfes Rihaiene (Djebel Bou Hammou) vorzüglich aufgeschlossen ist, erinnert lithologisch wie faunistisch stark an die obereocänen Pauji-Shales von Nordwest-Venezuela, wo wir auch die Seltenheit von *Hantkenina* vermerkt haben. Dagegen zeigt die Kleinforaminiferenfauna aus den Flachwasserschichten des Djebel Si Ameur el Hadi mehr Ähnlichkeit mit der Fauna der obereocänen Hantkenina-marls von Trinidad, B. W. I.

4. Lattorfien (Sannoisien): Während am Djebel Si Ameur el Hadi, wo das Wemmelien direkt vom transgressiven Burdigalien diskordant überdeckt wird (siehe Lit. 19, Fig. 7), der Übergang vom Eocän zum Oligocän nicht beobachtet werden kann, wird unterhalb des Dorfes Rihaiene prächtig sichtbar, wie die obereocäne Mergelformation nach oben allmählich übergeht in eine ca. 130 m mächtige Formation, die aus einer Wechsellagerung grünlicher Mergel und brauner dünner Sandsteinbänklein besteht und lithologisch sehr dem Wemmelien des Djebel Si Ameur el Hadi gleicht.

Diese Formation ist auch an der Nordkante des gegenüberliegenden Djebel Oulad Touidjer vorzüglich aufgeschlossen und hat folgende Fauna geliefert:

Nummulites sp. (kleine, gestreifte Formen, max. 6 mm D.) ziemlich häufig
Nummulites cf. *fichteli* MICHELOTTI selten
Operculina sp. häufig
Heterostegina sp. selten.
Amphistegina sp. häufig
Lepidocyclina tournoueri LEM. & R. DOUV.
Lepidocyclina tournoueri var. *simplex* H. DOUV. } massenhaft
Lepidocyclina marginata MICH.
Lepidocyclina marginata var. *praemarginata* H. DOUV. } häufig
Lepidocyclina partita H. DOUV. selten
Lepidocyclina dilatata MICH. (max. 15 mm D.)
Lepidocyclina dilatata var. *eodilatata* H. DOUV. } häufig.

5. Rupélien: ± 200 m. Wechsellagerung gut- bis grobgebankter Kalksandsteine und sandiger Algenkalke mit grünlichen Mergel-

lagen. (Djebel Rihaiene, Djebel Oulad Touidjer, Bohrung AH. 36 von Aïn Hamra). In einer etwas mehr nördlichen Region (Ouezzane, Djebel Sarsar, Arboua) nimmt die Mächtigkeit der Sandsteinbänke beträchtlich zu, und es treten schon einzelne Lagen grober Conglomerate auf (Steinbrüche von Ouezzane). Diese Formation enthält folgende Grossforaminiferenfauna:

- Nummulites* sp. (kleine, gestreifte Formen, max. 3 mm D.) ziemlich häufig
- Operculina* sp. massenhaft
- Heterostegina* sp. selten
- Amphistegina* sp. massenhaft
- Lepidocyclina tournoueri* LEM. & R. DOUV. } massenhaft
- Lepidocyclina tournoueri* var. *simplex* H. DOUV. }
- Lepidocyclina tournoueri* var. *praetournoueri* H. DOUV.
- Lepidocyclina marginata* MICHELOTTI } ziemlich
- Lepidocyclina marginata* var. *praemarginata* R. DOUV. }
- Lepidocyclina partita* H. DOUV. selten
- Lepidocyclina dilatata* MICHELOTTI (klein) } ziemlich
- Lepidocyclina dilatata* var. *eodilatata* H. DOUV. }
- Lepidocyclina raulini* LEMOINE & R. DOUV. selten.

Diese Fauna unterscheidet sich nur durch die etwas weniger gute Entwicklung der Nummuliten von der oben zitierten Unteroligocänenfauna. Beide Faunen sind nahezu identisch mit der oligocänen Orbitoidenfauna, welche durch DALLONI und H. DOUVILLÉ aus Algerien bekannt geworden ist, und welche der letztere Autor dem Unteroligocän zuzuteilen scheint (Lit. 36, p. 77; Lit. 28A).

6. Chattien: ± 200 m. Wechsellagerung gut- bis grobgebankter Kalksandsteine und sandiger Algenkalke mit grünlichen Mergellagen. Am Djebel Rihaiene enthält diese Formation bereits zwei Lagen grober Conglomerate. (Djebel Rihaiene, Sidi Moussa Ben Zered, Bohrungen AH. 14 und AH. 36 von Aïn Hamra.) Dieser Formation ist folgende Foraminiferenfauna eigen:

- Nummulites* sp. (sehr kleine, verkümmerte Formen) selten, aber noch durch die ganze Formation verbreitet
- Operculina* sp. häufig
- Heterostegina* sp. selten
- Amphistegina* sp. massenhaft
- Lepidocyclina tournoueri* LEMOINE & R. DOUV. } sehr häufig
- Lepidocyclina tournoueri* var. *simplex* H. DOUV. }
- Lepidocyclina marginata* var. *praemarginata* R. DOUV. ziemlich häufig
- Lepidocyclina dilatata* MICHELOTTI (bis 20 mm D.) häufig
- Lepidocyclina dilatata* var. *eodilatata* H. DOUV. selten
- Miogypsina complanata* SCHLUMBERGER
- Miogypsina irregularis* MICHELOTTI (nur kleine A-Formen)

Miogypsina complanata ist im untern Teil dieser Formation, wo noch die Lepidocylinen gesteinsbildend sind (Lepidocylinenkalke), selten, während *Miogypsina irregularis A* erst höher oben auftritt, wo dann bereits *Miogypsina complanata* gesteinsbildend wird (Miogypsinenkalke).

Es mag befremdend erscheinen, dass ich im Bereich des Mittelmeergebietes eine Miogypsinen enthaltende Fauna dem Chattien zuweise. Ich stütze mich hiebei aber auf das Vorhandensein der Nummuliten, welche in den verschiedensten Gebieten der Welt vor dem Aquitan aussterben. Dieses Verschwinden der Nummuliten im Verlaufe des Oligocäns ist auf jeden Fall viel konstanter als das Erscheinen der Miogypsinen, welche in Amerika vom Unteroligocän an, in Europa aber erst vom Aquitanien an auftreten (siehe Taf. IX).

7. Aquitanien: Zum Aquitanien stelle ich eine mächtige Formation, die aber wohl nicht mehr überall, sondern nur noch in einigen geschlossenen Becken zur Ablagerung kam.

Dies erhellt aus ihrer kümmerlichen Foraminiferenfauna, die bei einem Reichtum an Individuen nur eine beschränkte Zahl verschiedener Arten aufweist.

In den Bohrungen AH. 14 und AH. 36 handelt es sich um eine mächtige Folge grünlicher, zum Teil etwas sandiger und kohlinger Mergel⁴⁷⁾), die offenbar normal den Sandsteinen des Chattien auflagern und neben Kleinforminiferen einige Exemplare von

Lepidocydina tournoueri LEMOINE & R. DOUV.

und

Miogypsina complanata SCHLUMBERGER

geliefert haben.

Eine ähnlich aussehende Mergelformation wurde durch Herrn M. TENAILLE von der Südseite des Djebel Chlouche bekannt. Sie geht nach oben allmählich über in sandig-conglomeratische Schichten, in denen ich noch *Lepidocydina* cf. *tournoueri*, *Miogypsina complanata* und *Miogypsina irregularis* nachweisen konnte. Über diesen conglomeratischen Bänken folgen nach Herrn TENAILLE, dem ich seine Mitteilungen bestens verdanke, noch rötliche Sandsteine vom Typus der „arenisca del Aljibe“ und rote Sande, welche wohl die terrestrische Endphase des eo-oligocänen Sedimentationszyklus repräsentieren dürften.

Es ist verwunderlich, dass diese Formation eine so kümmerliche Orbitoidenfauna und namentlich keine grossen Lepidocylinen⁴⁸⁾ ent-

⁴⁷⁾ J. LACOSTE (Lit. 62, p. 341) hat diese Formation dem Lutétien zugeteilt auf Grund von zwei Exemplaren grosser Nummuliten, welche sicher aufgearbeitet sind. Ich muss mich hier mit diesem kurzen Hinweis begnügen.

⁴⁸⁾ BOURCART & DAVID (Lit. 9) erwähnen aus dem Untersuchungsgebiet zwar mehrmals das Vorkommen grosser Lepidocylinen aus der Gruppe der *L. elephantina* MUNIER-CHALMAS. Ob diese Angaben zutreffen, scheint mir aller-

hält, aber vielleicht ist dieses Fehlen darauf zurückzuführen, dass während der Ablagerung dieser Schichten die Becken teilweise schon geschlossen waren, und so die Zufuhr vom offenen Meere zeitweise unterbrochen war.

8. Burdigalien: Zu dieser Stufe stelle ich die Gesamtheit der Conglomerate des Djebel Si Ameur el Hadi, welche eine Mächtigkeit von 500 m erreichen und aus einer Folge von Sandsteinen, Mergeln und grobblockigen Conglomeraten bestehen. Schon in der untersten Bank, welche direkt auf den Mergeln des Wemmelien in Transgressionsdiskordanz aufliegt, finden sich massenhaft Miogypsinen, welche durch die ganze Formation hindurch anhalten und das hauptsächlichste Faunenelement darstellen. Daneben fand ich noch äusserst seltene kleine Lepidocylinen mit centralem Pfeilerkegel, die ich als degenerierte Formen der *Lepidocyclina tournoueri* LEM. & R. DOUV. auffasse; sie ähneln auch den Formen aus dem Burdigalien von Abesse, die H. DOUILLÉ als „*Nephrolepidina inflata*“ bezeichnet hat (Lit. 36, p. 58). Daneben sind aufgearbeitete grosse Nummuliten und Kreideforaminiferen vorhanden, ferner häufige Asterocylinen, welche zum Teil isoliert in den Miogypsinenmergeln auftreten, zum Teil — besonders an der Basis — im Schichtverband als gerollte Nester von Asterocylinenmergel aufgearbeitet sind⁴⁹⁾. Für die Altersbestimmung der Conglomerate des Djebel Si Ameur el Hadi ist folgende autochthone Fauna massgebend:

Lepidocyclina tournoueri LEMOINE & R. DOUV. selten

Miogypsina irregularis MICHELOTTI (A- und grosse B-Formen) massenhaft.

Miogypsina sp. ziemlich häufig

Amphistegina sp. massenhaft.

Ich glaube, dass das Zusammenvorkommen der letzten Lepidocylinen mit massenhaften grossen *Miogypsina irregularis* berechtigt, diese Formation dem unteren Burdigalien zuzuweisen. Die obersten 100 m, in denen ich keine Lepidocylinen mehr nachweisen konnte, dürften eventuell schon dem oberen Burdigalien zuzurechnen sein, während BOURCART & DAVID sie sogar zum Helvétien rechnen (Lit. 9).

Mit der Altersbestimmung dieser Formation als Burdigalien stimmt auch ihr diskordantes und lokal beschränktes Auftreten überein, was durch J. LACOSTE für das angrenzende Gebiet eingehend beschrieben wurde (Lit. 62).

Die Miogypsinen aus den obersten Bänken der Conglomeratformation des Djebel Si Ameur el Hadi scheinen mir die jüngsten

dings fraglich, nach dem einzigen pl. VIII fig. 3 abgebildeten Fragment zu schliessen, das z. B. auch von *Lepidocyclina dilatata* stammen könnte, insofern der Vertikalschnitt durch die äusserste Peripherie geht.

⁴⁹⁾ Diese scheinen BOURCART & DAVID verleitet zu haben, einen Teil dieser Conglomerate ins Obereocän zu verweisen (Lit. 9, p. 10, p. 19).

bis jetzt aus Nordwest-Marokko bekannt gewordenen Miogypsinen-vorkommen zu sein.

Damit soll aber nicht gesagt sein, dass Miogypsinen nicht in der nachfolgenden Zeit noch gelebt haben. Ihr Fehlen in den jüngeren Schichten darf wohl hauptsächlich darauf zurückzuführen sein, dass diese zum grössten Teil durch mächtige Kleinforaminiferenmergel aufgebaut werden, in denen die Bedingungen für das Gedeihen von Orbitoiden nicht gegeben sind. Immerhin wissen wir, dass die Kalksandsteine von Sidi Bachir⁵⁰⁾ bei Souk el Arba du Rharb, welche ich als eine Randfazies der Tortonmergel von Aïn Hamra auffasse, neben häufigen Amphisteginen keine Miogypsinen mehr enthalten. Als Formation, die über dem Burdigalien noch Miogypsinen führen könnte, käme also höchstens noch das Helvétien in Betracht.

Ziehen wir einen Vergleich zwischen der in Marokko gefundenen stratigraphischen Verbreitung der Orbitoiden und derjenigen von Europa (Aquitaine, Piemont), so fällt namentlich das Erscheinen der Lepidocylinen im marokkanischen Eocän auf. Es muss noch bemerkt werden, dass das Zusammenvorkommen von Discocylinen s. l. und Lepidocylinen hier unbedingt als primär aufgefasst werden muss. Eine Vermischung infolge tektonischer Vorgänge steht ausser Frage, da die beiden Gattungen in kompakten, nicht etwa mylonitisierten Kalkbänken zusammen auftreten. Eine Aufarbeitung der Discocylinen s. l. ist ebenfalls ausgeschlossen, weil in Marokko keine andern Formationen auftreten, welche so reich an Discocylinen s. l. sind, man also nicht wüsste, woher man in diesem Falle den ungeheuren Reichtum der Schichten von Si Ameur el Hadi an Discocylinen s. l. ableiten sollte. Zudem zeigen die Lepidocylinen selbst, dass es sich nicht um Oligocän handelt, da die typisch oligocänen Arten, namentlich *Lepidocyclina dilatata* und verwandte Arten vom eulepidinen Typus vollständig fehlen. Das Auftreten des isolepidinen Embryotypus weist, wie dies schon BOURCART & DAVID (Lit. 9, p. 10) bemerkt haben, auf Beziehungen zu Amerika und Westindien hin. Immerhin sind die Lepidocylinen im marokkanischen Obereocän noch viel seltener an Zahl und Arten, als dies in Amerika der Fall ist.

Für die amerikanische Tertiärstratigraphie ist der Nachweis, dass in Marokko die Gattung *Lepidocyclina* schon im obersten Lutétien erscheint, von besonderer Wichtigkeit, da sie hier noch mit reichen Nummulitenfaunen vergesellschaftet ist.

Eine weitere Eigentümlichkeit ist das frühere Auftreten der Miogypsinen in Marokko, welche hier noch mit den letzten Nummuliten zusammen vorkommen, während sie in Europa auf nummu-

⁵⁰⁾ Über das Alter der Sandsteine von Sidi Bachir und die Lokalisierung gewisser miocäner Sandsteine siehe besonders Lit. 62, p. 382 und 403.

litienfreie Schichten beschränkt sind. Auch dies scheint auf Beziehungen zu Amerika hinzudeuten, wo Miogypsinen schon vom Unteroligocän an auftreten. Eine grössere Übereinstimmung mit Europa zeigt sich, wenn wir nicht die absolute stratigraphische Verbreitung der einzelnen Orbitoidengattungen in Marokko berücksichtigen, sondern nur ihre Fähigkeit, „gesteinsbildend“ aufzutreten. In diesem Fall ergeben sich für Marokko folgende Verhältnisse:

- Nummuliten: Lutétien bis Ledien
- Discocyclinen s. l.: Ober-Lutétien bis Wemmelien
- Lepidocyclinen: Lattorfien bis Unter-Chattien
- Miogypsinen: Ober-Chattien bis Burdigalien.

IV. Die stratigraphische Verbreitung der Orbitoiden in Südalien und Sizilien.

Nachdem der sichere Nachweis des Auftretens von Lepidocyclinen in Marokko vom obersten Lutétien an erbracht worden ist, ist es naheliegend, die Angaben einiger italienischer Geologen, vor allem von G. CHECCHIA-RISPOLI, nach welchen Lepidocyclinen in Sizilien und Südalien schon im Lutétien häufig sind, einer näheren Prüfung zu unterziehen. Ich habe die sehr umfangreiche Literatur durchgesehen, zitiere hier aber nur die wichtigsten Publikationen, welche Abbildungen enthalten, und in welchen auch das geologische Vorkommen eingehender erläutert wird.

Im berühmten Profil von Termini-Imerese in Sizilien (Lit. 11), wo zweimal Lepidocyclinenkalke über grosse Nummuliten führenden Schichten auftreten, dürfte es sich nach R. DOUVILLÉ (Lit. 38) wohl um tektonische Schuppen handeln. Die Lepidocyclinen treten hier nicht in denselben Schichten auf wie die grossen Nummuliten, und es muss bemerkt werden, dass hier im Gegensatz zu den marokkanischen und amerikanischen eocänen Lepidocyclinenvorkommen auch eulepidine Formen, z. B. *Lepidocyclina dilatata* MICHELOTTI vorhanden sind, welche in der ganzen Welt bisher nur aus dem Oligocän bekannt geworden sind (siehe Taf. IX). Was die ebenfalls aus dem Eocän zitierten Kreide-Orbitoiden anbelangt, so dürften sie sicher aufgearbeitet sein, da das Lutétien nach den eigenen Angaben von CHECCHIA-RISPOLI mit einer Transgressionsbreccie der Orbitoiden führenden Oberkreide aufliegt.

Bei Bagheria (Lit. 12) folgen über der Kreide Lithothamnienkalke, welche eine reine Lutétienfauna enthalten, dann Lithothamnienkalke „passando ad une breccia a grossi elementi fortemente cementati“, welche häufige Lepidocyclinen, seltene kleine Nummuliten und seltene Discocyclinen s. l. enthalten. Diese Schichten gehen nach oben in „argille scagliose“ über, denen Breccienbänke („brecciuie“), reich an Alveolinen, Nummuliten, Discocyclinen s. l. und Lepido-

cyclinen, eingelagert sind. Diese Scagliamergel liegen unter Ausschluss des liegenden Lithothamnienkalkes zum Teil direkt und „trasgressivamente“ (p. 111) auf Oberkreide. Es liegt hier nahe, mit R. DOUVILLÉ (Lit. 38) diese Schichten für Oligocän zu halten, das über Kreide und Lutétien transgrediert und den Faunengehalt beider Formationen aufgearbeitet enthält. Das liegt umso mehr auf der Hand, als CHECCHIA-RISPOLI (Lit. 13) von Campofiorito in der Provinz Palermo selbst Oligocän beschreibt, das lithologisch dem Eocän sehr nahe steht und transgressiv auf älteren Schichten, hier auf Tithon, aufliegt. Die Seltenheit von Oligocän in Sizilien mag zum Teil darauf zurückzuführen sein, dass ein grosser Teil der dieser Epoche zuzuschreibenden Schichten infolge der Aufarbeitungen zum Eocän geschlagen worden ist.

Ein weiteres Gebiet mit ganz anormalen Grossforaminiferen-Assoziationen ist die Capitanata im Apulischen Apennin. Von dort beschreibt G. CHECCHIA-RISPOLI (Lit. 15, 16, 17, 18) von den Fundorten Castelluccio Valmaggiore und Roseto Valfortore folgende Foraminiferen-Vergesellschaftung: grosse Nummuliten (darunter *N. distans*, *N. laevigatus*, *N. brongniarti*, *N. millecaput* und andere), Assilinen, Alveolinen, Discocyclinen s. l., Lepidocyclinen (darunter auch eulepidine Formen), Miogypsinen und *Orbitoides* s. str. Alle diese Foraminiferen entstammen bis 1 m dicken kompakten Kalkbänken, welche einer mächtigen Mergelformation eingelagert sind. Eine Vermischung infolge tektonischer Vorgänge ist hier also ausgeschlossen. Diese Foraminiferen-Assoziation ist jedoch so total verschieden von Allem, was in andern Gebieten der Erde beobachtet worden ist, dass ich mit VAUGHAN (Lit. 115, p. 925) einig gehe, sie nicht als primär zu betrachten. In Marokko, das infolge des Auftretens von Lepidocyclinen im Eocän, am ehesten für einen Vergleich in Frage kommt, finden sich zwischen den, die letzten grossen Nummuliten führenden Schichten und den ältesten Miogypsinenschichten, Formationen in einer Mächtigkeit von ca. 1150 m, deren untere 800 m noch massenhafte Discocyclinen s. l. enthalten, deren obere 350 m durch die Assoziation von Lepidocyclinen und kleinen Nummuliten charakterisiert sind. Auch in Amerika, von wo die ältesten Miogypsinen bekannt sind, kommen diese nie normal mit Discocyclinen s. l. zusammen vor.

Da, wie ich oben bemerkte, bei den Vorkommen der Capitanata eine Mischung infolge tektonischer Vorgänge ausgeschlossen ist, kommt zu einer Erklärung dieser anormalen Assoziation einzig die Aufarbeitung in Frage. G. CHECCHIA-RISPOLI hat sich bereits mit dieser Möglichkeit befasst, glaubt sie aber ausschliessen zu müssen, da alle Foraminiferen den gleich vorzüglichen Erhaltungszustand aufweisen. Der mehr oder weniger gute Erhaltungszustand ist überhaupt in der umfangreichen Diskussion zwischen G. CHECCHIA-RISPOLI und A. SILVESTRI das Criterium dafür, ob es sich um Auf-

arbeitung handeln kann oder nicht. Dieses Criterium scheint mir aber nicht stichhaltig zu sein, habe ich doch während meiner Feldarbeit in Venezuela sowohl fossil, als in statu nascendi Aufarbeiten bei Foraminiferen beobachtet, denen man keine Spuren der Abrollung ansehen kann. Auch scheint mir das Auftreten der Fauna von Castelluccio Valmaggiore in kompakten Bänken nicht unbedingt gegen eine Aufarbeitung zu sprechen.

Die Begründung meiner Auffassung soll im folgenden Kapitel erfolgen, in dem ich über die Umstände, unter denen Foraminiferen hauptsächlich aufgearbeitet werden, berichten will.

Die Annahme einer Aufarbeitung bei Castelluccio Valmaggiore erhält eine wesentliche Stütze durch den Umstand, dass CHECCHIA-RISPOLI in den fraglichen Kalken seltene Einschlüsse von Kreidegesteinen mit Orbitoiden beobachtet hat (Lit. 18).

Nach den Angaben und dem Profil von CHECCHIA-RISPOLI (Lit. 15) werden die fraglichen, selbst wenig dislozierten Schichten von flach gelagertem Burdigalien überdeckt. Es wäre daher möglich, dass es sich in der ganzen Mergel-Formation von Castelluccio Valmaggiore um Altmiocän oder Aquitan handelt, welches, über Alttertiär und Kreide transgredierend, deren Fauna nach den unten zu schildernden Vorgängen eingeschwemmt enthält.

Wenn es für mich somit wahrscheinlich ist, dass bei Castelluccio Valmaggiore eine Aufarbeitung vorliegt, so muss betont werden, dass ein sicherer Beweis nur durch eine detaillierte Felduntersuchung erbracht werden kann. Eine solche scheint G. CHECCHIA-RISPOLI nicht zur Verfügung gestanden zu haben, da er selbst über seine Aufnahmen sagt (Lit. 18): „non un studio di dettaglio, ma solamente delle excursioni di cognizione“. Eine Felduntersuchung müsste sich hier hauptsächlich auf folgende Punkte erstrecken:

1. Die Ausdehnung der Kalkbänke festzustellen,
2. nicht nur aus den Kalkbänken selbst zu sammeln, sondern ganze, das Liegende und Hangende der fraglichen Kalkbänke deckende Profile systematisch aufzusammeln, und
3. die ganze Formation in ihrer Ausdehnung zu verfolgen und ihren Kontakt mit andern Formationen festzustellen.

Die Transgression einer jüngeren Tertiärformation über eocän-cretacischen Schichten unter Aufarbeitung ihrer Fauna wurde in eingehender und überzeugender Weise aus dem Gebiet des Apennin durch A. SILVESTRI beschrieben, von dessen zahlreichen Publikationen auch nur die wichtigsten zitiert seien. Dieser Autor, der das Auftreten von Lepidocylinen im Mitteleocän verneint, glaubt, dass sie in Vasciano bei Todi (Lit. 92) im Priabonien auftreten. Alle für Eocän sprechenden Arten (*Nummulites budensis*, „*Orthophragmina*“ *taramellii*, „*Orthophragmina*“ *stella*) sind sehr selten („rariissimo“), während *Lepidocyclina dilatata* häufig und *Lepidocyclina tour-*

noueri gesteinsbildend auftritt, was in Marokko z. B. erst im Unter-oligocän der Fall ist. Daneben treten schon selten *Miogypsina complanata* und andere Miogypsinen auf. H. DOUVILLÉ's Ansicht (Lit. 36, p. 65ff), wonach es sich in Vasciano um Oligocän handle und die „Orthophragminen“ hier ins Oligocän hinaufgingen, scheint mir äusserst schwach begründet. Viel eher glaube ich, dass auch hier eine Aufarbeitung von seltenen Eocänformen in einer etwa dem Aquitanien zugehörenden Formation vorliegt. Ich darf in diesem Zusammenhange darauf hinweisen, dass auch im marokkanischen Oligocän zuweilen Asterocyclinen und grössere Nummuliten auftreten, die aber infolge ihres sporadischen Auftretens und wegen ihres schlechten, fragmentarischen Erhaltungszustandes sich deutlich als aufgearbeitet erweisen.

SILVESTRI selbst hält eine Aufarbeitung bei Vasciano nicht für ausgeschlossen und in einer neueren Publikation (Lit. 94, p. 32) präzisiert er seine Meinung dahin, dass bis heute der sichere palaeontologisch-stratigraphische Beweis für das Auftreten der Lepidocyclinen im italienischen Eocän noch nicht erbracht sei.

Zusammenfassend möchte ich mich dahin äussern, dass die Ansicht gewisser Geologen über eine abweichende stratigraphische Verbreitung der Orbitoiden in Italien einstweilen einer strengen Kritik nicht standhalten kann. Wenn auch sorgfältige palaeontologische Untersuchungen, besonders von seiten A. SILVESTRI's, vorliegen, so mangelt andernteils eine auf detaillierter Felduntersuchung basierende, solide stratigraphische Grundlage⁵¹⁾. Bis diese erbracht ist, können die Angaben über eine abweichende stratigraphische Verbreitung der Orbitoiden in Italien nicht berücksichtigt werden.

V. Beobachtungen über Aufarbeitung von Foraminiferen.

Da diese noch wenig bekannten Vorgänge für die Beurteilung der süditalienischen Orbitoidenvorkommen von Wichtigkeit sind, sei hier über einige diesbezügliche Beobachtungen in Venezuela und Marokko kurz berichtet. Ich hoffe aber, später diese Din e, die überall, wo Gross- oder Kleinforaminiferen zur Altersbestimmung von Schichten verwendet werden, von grundlegender Bedeutung sind, in grösserem Rahmen unter Heranziehung konkreter Beispiele darstellen zu können.

⁵¹⁾ In dieser Hinsicht muss es besonders begrüßt werden, dass Herr cand. phil. O. RENZ (Basel) auf Veranlassung der Herren Prof. Dr. A. BUXTORF und Dr. M. REICHEL, im Zentralapennin stratigraphische Untersuchungen der oberen Kreide- und Tertiär-Formationen unternommen hat, die kurz vor dem Abschluss stehen. Diese Studien haben bezüglich der stratigraphischen Verbreitung der Orbitoiden dasselbe ergeben, was für Aquitaine und Piemont bereits bekannt war. Herrn O. RENZ seien seine mündlichen Mitteilungen aufs beste verdankt.

Bei den Aufarbeitungen unterscheidet man zwei grosse Gruppen, je nachdem die Foraminiferen durch fliessende oder durch stehende Gewässer aus dem sie umhüllenden Gestein herausgelöst werden.

1. Die Herauslösung der Foraminiferen erfolgt durch ein fliessendes Gewässer.

Erodiert ein fliessendes Gewässer in einem Aufschluss von foraminiferenhaltigen Mergeln oder Tonen, so werden grössere und kleinere Mergelstücke losgelöst und durch die Strömung verfrachtet. Während des Transportes zerfallen die Mergelstücke immer mehr, sodass schliesslich die in ihnen enthaltenen Foraminiferen und andere härtere Körner, z. B. Glaukonit, isoliert und als kleinste Geröllchen mitgeführt werden. Wird die Strömungsgeschwindigkeit zu klein, um sie in der Schwebe zu halten, so sinken sie zu Boden. Tritt dies ein, bevor das Meer erreicht ist, so werden die mitgeführten Foraminiferen in den Alluvialbildungen niedergesetzt. Solche „alluviale Foraminiferenmergel“ erkannte Dr. H. G. KUGLER im Tal des Rio Tucurere (Ost-Falcón), und wir haben sie sehr verbreitet gefunden in den pliocänen und pleistocänen Terrassen des Rio Tocuyo- und des Araurima-Tales. Diese vom Feldgeologen von normalem Foraminiferenmergel oft nicht zu unterscheidenden „alluvialen“ Tone und Mergel zeigen ihre wahre Natur erst unter dem Mikroskop: Das Gestein ist aus kleinsten, rundlichen Tonkörnern, glänzenden, gutgerundeten Limonit- und Glaukonitkörnern, Sandkörnern und vergilbten, abgewetzten und zerbrochenen Foraminiferen zusammengesetzt. Ich bezeichne diesen Gesteinstypus als „Tonkörnerbreccie“. Unter den Foraminiferen treten hier ganz unmögliche Assoziationen auf, da natürlich die ganze Musterkarte sämtlicher vom Gewässer durchflossenen Mergelaufschlüsse vertreten ist. Wir konnten aus der Anwesenheit gewisser Foraminiferen in den Alluvialablagerungen auf das Vorhandensein der entsprechenden Formationen im Oberlauf dieses Gewässers schliessen und haben dies in manchen Fällen durch spätere Feldaufnahmen bestätigen können. Solche „Foraminiferengerölle“ haben also als Zeugen der im Oberlauf eines Flusses anstehenden Formationen genau dieselbe Bedeutung wie irgendwelche kristalline oder sedimentäre Gerölle.

Ist die Strömungsgeschwindigkeit stark genug, um die Foraminiferengeröllchen in Schwebe zu halten, bis das Meer oder ein Süßwassersee erreicht ist, so kommen sie in marinen oder limnischen Sedimenten zur Ablagerung. In diesem Falle (d. h. wenn ein langer Transport vorliegt) wird man die eingeschwemmten Foraminiferen durch ihre Abnutzung leicht von den autochthonen unterscheiden können. Erodiert aber das Gewässer noch an der Flussmündung in Foraminiferenmergeln — und das wird in sich in Erhebung befindlichen, jungen Faltungsgebirgen häufig der Fall sein —, so werden

die Foraminiferengeröllchen infolge der geringen Transportstrecke kaum Spuren einer Rollung aufweisen⁵²⁾.

In einem vor einer Flussmündung sich befindlichen Meeresraum wird bei Niederwasser und entsprechend geringer Stosskraft des Flusses, die keine Foraminiferengeröllchen mehr zu tragen vermag, eine rein autochthone Foraminiferenfauna sich finden, während bei Hochwasser im gleichen Raum, eingeschwemmte, mehr oder weniger gerollte Foraminiferen zum Absatz gelangen können, die wiederum bei Niederwasser von einer rein autochthonen Fauna abgelöst werden. Auf diese Weise kann ein schichtförmiges Auftreten einer älteren Fauna vorgetäuscht werden. Ein interessantes Beispiel zu diesem Fall fand ich in einer „Wildcat“-Bohrung von Ost-Falcón: Inmitten äusserst feinkörniger Tone, die eine rein miocene Kleinforminiferenfauna enthalten, treten drei dünne Lagen auf, die reich an alttertiären Foraminiferen sind. In allen drei Fällen fällt das Erscheinen der alttertiären Foraminiferen mit dem Auftreten von sandigem Mergel-sediment zusammen.

Diese Art Aufarbeitung käme wohl am ehesten für die Erklärung des schichtförmigen Auftretens der Foraminiferenfauna von Castelluccio Valmaggiore in Betracht. Im Falle, dass die Erosionsstellen des einschwemmenden Gewässers nicht weit von der Mündung entfernt lagen, darf man keine sichtbaren Spuren der Aufarbeitung bei den eingeschwemmten Foraminiferen erwarten.

2. Die Herauslösung der Foraminiferen erfolgt durch ein stehendes Gewässer (Meer, See).

Einen solchen Fall von Aufarbeitung, bei dem die aufgearbeiteten Foraminiferen keine Spur von Rollung zeigen, konnte ich in statu nascendi an der Küste von Ost-Falcón beobachten. Dadurch erhielten einige fossile Fälle, in denen ich Aufarbeitung vermutete, diese Deutung aber mangels sichtbarer Spuren wieder fallen gelassen hatte, ihre Bestätigung.

Die Meeresküste von Ost-Falcón wird zwischen Curamichate, Aguide und Isidro zum grossen Teil aus hohen „Kliffs“ gebildet, welche fast ausschliesslich aus reichen Foraminiferenmergeln zusammengesetzt sind. An dieser Steilküste gleiten in der Regenzeit häufige Erdschlipfe ins Meer nieder. Hier wiederholt sich genau derselbe Prozess, der sich im Laboratorium abwickelt, wenn wir eine Ton-Mergelprobe in ein Becken mit Wasser bringen: Der Ton quillt durch Wasseraufnahme zu einem grossen Kuchen auf, und wir brauchen nur ein wenig umzurühren und die Trübung mehrmals abzuschütten, um schliesslich als Rückstand die im Ton enthaltenen Foraminiferen zu erhalten. An der Küste sieht man prächtig das

⁵²⁾ Eine solche Aufarbeitung konnte ich in Marokko erkennen.

Aufquellen der vom Meer bespülten Mergelmassen, und das Umröhren wird durch den Wellenschlag besorgt, welcher bei der Flut auch direkt Foraminiferen aus dem die Kliffwand bildenden Mergel herauszulösen vermag. Durch die Wellenbewegung werden die isolierten Foraminiferen in Schwebé gehalten, können auf diese Weise beträchtliche Distanzen zurücklegen und werden bei Beruhigung der Wellen zu Boden sinken, wo sie mit der autochthonen Fauna wieder eingebettet werden. In diesem Falle lassen die aufgearbeiteten Foraminiferen keinerlei Anzeichen von Rollung erkennen, und werden oft an Erhaltung der autochthonen Fauna nicht nachstehen⁵³⁾.

Bei dieser Art von Aufarbeitung können, wie ich nachweisen konnte, Schalen grössere Distanzen zurücklegen, deren Form zum passiven Schwimmen geeignet ist, so z. B. die fassförmige Gattung *Siphogenerina*. Auch habe ich beobachtet, dass in vielen Fällen die aufgearbeiteten Formen den autochthonen an Zahl weit überlegen sind, was leicht verständlich ist, da die Hauptverbreitung der reichen Kleinforaminiferenfaunen nicht in unmittelbare Küstennähe fällt.

Nach dem obigen wird sich mancher Leser fragen, ob man unter diesen Umständen überhaupt noch mit Foraminiferen Resultate für die Stratigraphie erzielen kann. Ich muss das auf Grund meiner Erfahrung, die sich auf eine achtjährige, fast tägliche Beschäftigung mit Foraminiferen und auf das Studium von gegen 10,000 Proben stützt, unbedingt bejahen, nur darf die Arbeit sich nicht auf das Studium im Laboratorium beschränken, sondern muss zu gleicher Zeit auch von detaillierter Feldarbeit begleitet sein.

So konnte in allen Fällen, in denen mich eine anormale Foraminiferenassoziation eine Aufarbeitung vermuten liess, bei fortschreitender Felduntersuchung festgestellt werden, dass die Formation, welche die aufgearbeiteten Foraminiferen enthält, in der Umgegend direkt transgressiv auf derjenigen aufliegt, welche die aufgearbeiteten Foraminiferen geliefert hat.

VI. Die stratigraphische Verbreitung der Orbitoiden im allgemeinen.

Nach der Besprechung der wichtigen italienischen Orbitoidenvorkommen können wir an die stratigraphische Verbreitung der Orbitoiden im Allgemeinen herantreten. Wir unternehmen dies am besten anhand von Taf. IX, welche die wichtigsten und bestuntersuchten Gebiete behandelt. Die Angaben über Amerika entnahm ich vornehmlich den Arbeiten von CUSHMAN (Lit. 23), GALLOWAY

⁵³⁾ Wird ein solcher Absatz wieder fossil, so werden die autochthonen und die aufgearbeiteten Foraminiferen noch weniger voneinander zu unterscheiden sein, als dies im recenten Sediment der Fall ist, da nun auch die autochthonen Foraminiferenschalen die diagenetischen Vorgänge mitgemacht haben.

(Lit. 41, 42), NUTTALL (Lit. 73, 74), THALMANN (Lit. 98), VAUGHAN (Lit. 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115) und WRIGHT BARKER (Lit. 122). Venezuela beruht auf den Bestimmungen von GORTER & VAN DER VLERK (Lit. 47) und GRAVELL (Lit. 48) und auf eigenen Beobachtungen, Marokko ebenfalls auf eigenen Untersuchungen. Die europäischen Verhältnisse wurden hauptsächlich nach H. DOUVILLÉ (Lit. 34, 36), FABIANI (Lit. 39, 40), LEMOINE & R. DOUVILLÉ (Lit. 64), ROVERETO (Lit. 77), SACCO (Lit. 84), SCHLUMBERGER (Lit. 86) und TOBLER (Lit. 103) zusammengestellt, und Ostindien nach LEUPOLD und VAN DER VLERK (Lit. 65) unter Zuhilfenahme von Lit. 43, 98 und 105. Der Vollständigkeit halber wurden auch die Kreideorbitoiden in diese Tabelle aufgenommen nach H. DOUVILLÉ (Lit. 34) und VAUGHAN (Lit. 113, 115), ohne aber ihr Vorkommen im Texte zu diskutieren. Auch wurde die Verbreitung der Nummuliten und Assilinen⁵⁴⁾ beigefügt, weil eine kombinierte Nummuliten-Orbitoiden-skala (siehe p. 108) oft für eine rasche stratigraphische Bestimmung ausgezeichnete Dienste leistet (vergleiche Lit. 44, p. 414).

Es ist von manchen Forschern immer wieder darauf hingewiesen worden, dass es infolge der Verschiedenheit der Faunen noch nicht gelungen ist, die Tertiärablagerungen Amerikas und Ostindiens in einwandfreier Weise mit den klassischen Stufen des europäischen Tertiärs zu parallelisieren. Immerhin sind in dieser Hinsicht grosse Fortschritte erzielt worden (Lit. 108), sodass die in Taf. IX dargestellte Verbreitung der Orbitoiden in dieser Hinsicht nicht allzu grosse Irrtümer aufweisen dürfte. Eine wesentliche Erleichterung besteht bei diesen Parallelisationen ja darin, dass wir nicht einzelne isolierte Formationen, sondern ganze, in sich selbst festgefügte Profile miteinander vergleichen.

1. *Discocyclina* s. l. GÜMBEL 1868 (= *Orthophragmina* MUNIER-CHALMAS 1891).

Die ältesten Discocyclinen wurden durch H. DOUVILLÉ (Lit. 34) aus dem Danien der Aquitaine bekannt. Es handelt sich um *Discocyclina* s. str., die hier durch *Discocyclina seunesi* H. DOUV. vertreten wird. In der ostindischen und amerikanischen Region treten die Discocyclinen von der Basis des Eocäns an auf und zwar gehören auch hier die ältesten Formen dem Subgenus *Discocyclina* s. str. an. Das Subgenus *Aktinocyclina* GÜMBEL erscheint nach H. DOUVILLÉ (Lit. 34) erstmals im Untereocän der Aquitaine, während es in Marokko und Amerika auf das Obereocän beschränkt ist. Das Subgenus *Asterocyclina* GÜMBEL ist erstmals sicher aus dem obern Untereocän (Yprésien) des Vicentin nachgewiesen (Lit. 34), während es in der

⁵⁴⁾ Hier wurde auch das von CUVILLIER aus Ägypten (Lit. 26), von GLANGEAUD und FLANDRIN aus Algerien (Lit. 46 und 40A) erwähnte Vorkommen von Assilinen im untersten Obereocän berücksichtigt.

Aquitaine (und in Marokko?) erst vom Lutétien an auftritt. In Amerika ist dieses Subgenus nur aus dem Obereocän bekannt geworden. Interessant und stratigraphisch von grösster Bedeutung ist das Verschwinden aller drei Subgenera von *Discocyclina* s. l. am Ende des Eocäns⁵⁵⁾. Es sind allerdings aus verschiedenen Gebieten, hauptsächlich aus dem Apennin, Discocyclinen s. l. aus dem Oligocän erwähnt worden; es dürfte sich aber, wie oben erläutert, überall um Aufarbeitung handeln. Dasselbe gilt für die von P. FR. MUHEIM (Lit. 71) aus der Molasse des Vorarlbergs erwähnten „Orthophragminenreste“, die dort neben den Geröllen eocäner Gesteine als feine Aufarbeitung zu deuten sind. Die Aufarbeitung von Discocyclinen s. l. im marokkanischen Oligocän und Miocän habe ich schon erwähnt. Ein weiteres Vorkommen von Lepidocyclinen und Discocyclinen in Ostindien wird ebenfalls als sekundär aufgefasst.

Von Interesse ist, dass das Verschwinden der Discocyclinen an verschiedenen Punkten der Erde ziemlich plötzlich vor sich zu gehen scheint. So konnte ich beobachten, dass in dem an Discocyclinen s. l. sonst ziemlich armen Sta Rita-Conglomerat (Venezuela) diese in einem der obersten Bänke plötzlich massenhaft neben seltenen Lepidocyclinen auftreten. Es handelt sich um *Discocyclina flintensis* CUSHMAN (Lit. 47, 48, Fundort 1142), während Asterocyclinen hier bereits fehlen. In Marokko ist es hingegen *Asterocyclina stellaris* BRUNNER, die in ungeheurer Zahl (wenn auch von geringerer Grösse als im Ledien) die Bänke des Wemmélien erfüllt. Den grossen Reichtum des obersten Eocäns in Discocyclinen s. l. und deren plötzliches Verschwinden hat auch BOUSSAC (Lit. 10, 10 A.) von Biarritz und aus dem Vicentin beschrieben.

Das durchwegs frühere Auftreten aller drei Subgenera von *Discocyclina* s. l. in Europa legt es nahe, die Heimat der Discocyclinen im europäischen Mediterrangebiet zu suchen.

2. *Lepidocyclina* GÜMBEL 1868.

Im Gegensatz zu den Discocyclinen treten die ältesten Lepidocyclinen in der amerikanischen Region auf, und zwar bereits im Mitteleocän. Es handelt sich in Texas um Formen vom polylepidinen, in Venezuela um solche vom isolepidinen Typus. Im Obereocän treten dazu noch der pliolepidine Embryonaltypus, der als Spezialfall des polylepidinen oder auch als „teratologisch“ (Lit. 36, p. 43, Lit. 113, p. 294) aufgefasst werden kann, und seltener der nephrolepidine Typus, als weiteres Entwicklungsstadium des Embryonalapparates. Auch in

⁵⁵⁾ Es muss hier betont werden, dass in den uns interessierenden Regionen die Grenze Eocän-Oligocän nicht allein auf das Verschwinden der Discocyclinen begründet wird, sondern dass zu ihrer Definition die verschiedensten Tierklassen herangezogen werden.

Nordwest-Marokko treten vom obersten Lutétien an Lepidocylinen vom isolepidinen Typus auf, welche Übergänge zu nephrolepidiner Formung aufweisen. Die primitivsten poly- und pliolepidinen Formen gleichen auf das amerikanische Eocän beschränkt⁵⁶⁾, während der isolepidine Typus in Amerika bis zum Verschwinden der Lepidocylinen am Ende des Oligocäns verbleibt. In Marokko und Algerien (Lit. 36) scheint sich der isolepidine Typus im mittleren Oligocän zu verlieren und in Ostindien ist er auf das älteste dort Lepidocylinen führende Tertiär (wohl Mitteloligocän) beschränkt (Lit. 65). In Europa fehlt er ganz. Der nephrolepidine Typus, der erstmals im amerikanischen und marokkanischen Obereocän erscheint, tritt in Europa erst im Oligocän auf, und zwar im piemontesischen Tertiärgebiet schon vom Unter-⁵⁷⁾ oder Mitteloligocän an, in der Aquitaine und in Cantabrien (Lit. 36, 69 A.) dagegen erst im Oberoligocän (Chattien), zusammen mit den letzten Nummuliten. Auch in Ostindien kennt man den nephrolepidinen Typus erst vom Oberoligocän an, und zwar erscheint er hier später als die iso- und eulepidinen Typen. Der nephrolepidine Typus überlebt alle andern Embryonalkammertypen. In Amerika begleitet er den isolepidinen Typ bis ins oberste Oligocän, in Europa erlischt er erst im unteren Miocän (Unteres Burdigalien) und in Ostindien scheint er sogar bis ins Mittelmiocän hinaufzureichen.

Als letzter Typ tritt der eulepidine auf, der überall auf das Oligocän beschränkt zu sein scheint. In der amerikanischen Provinz, in Marokko und wohl auch in Piemont (Dego) erscheint er von der Basis des Oligocäns an, in der Aquitaine erst im Oberoligocän (Chattien) zusammen mit dem nephrolepidinen Typus. In Ostindien treten eulepidine Formen vom Mitteloligocän an auf. In Amerika erlischt der eulepidine Typus schon im nummulitenführenden Mitteloligocän, während er in Europa und Ostindien auch im Aquitanien noch sehr verbreitet ist. Durch verschiedene Autoren wird in neuerer Zeit auch das Auftreten der grossen, dem eulepidinen Typus angehörenden *Lepidocyclina elephantina* MUNIER-CHALMAS aus Schichten erwähnt, die dem Burdigalien zugewiesen werden, so von J. BOURCART aus Albanien und Marokko (Lit. 9), von M. GIGNOUX & P. FALLOT aus Andalusien (Lit. 45) und von ELISABETH DAVID aus Syrien (Lit. 29). Es scheint mir aber, dass der eindeutige Beweis für ein burdigales Alter dieser Schichten noch nicht erbracht ist. Im beson-

⁵⁶⁾ Aus dem Aquitanien von Sumatra hat A. TOBLER (Lit. 101) Lepidocylinen mit mehrkammerigem Embryonalapparat beschrieben, die dem westindischen pliolepidinen Typus ähnlich sind. TOBLER ist der Ansicht, dass es sich hier um eine Convergenzerscheinung handelt, die auf keiner näheren Verwandtschaft beruht (l. c. p. 274).

⁵⁷⁾ Es handelt sich um die Lokalitäten Dego und Cassinelle im ligurischen Apennin, welche von ROVERETO (Lit. 77) auf Grund ihrer Mollusken-Fauna ins Unteroligocän (Lattorfien), von H. DOUVILLÉ (Lit. 36, p. 63) aber ins „Stampien“ und von HAUG (Lit. 49, p. 1485) ins Rupélien gestellt werden.

deren betrifft dies die Angaben BOURCART's, der in seiner Arbeit über Albanien (Lit. 7, p. 79, 83, 91 und Legende der Karte) die Bänke mit *L. elephantina* zunächst ins Aquitanien verweist und sie den basalen Schioschichten gleichstellt (l. c. p. 80). In der Arbeit über Marokko von J. BOURCART & E. DAVID (Lit. 9, p. 9, p. 55) werden dann die Schichten mit *L. elephantina* wiederum den Schioschichten gleichgestellt, aber diesmal ins Burdigalien verwiesen. Dies steht in offenbarem Widerspruch zu den Angaben FABIANI's (Lit. 39, 40), der einwandfrei feststellen konnte, dass die Schioschichten dem Aquitanien angehören und dass im besonderen die Lumachellen mit *L. elephantina* dort an der Basis des Aquitanien auftreten, da sie ohne Sedimentationsunterbruch direkt über Schichten folgen, welche die letzten Nummuliten enthalten. Auch in den Lehrbüchern von HAUG (Lit. 49, p. 1639) und GIGNOUX (Lit. 44, p. 467) werden die Schioschichten zum Aquitanien gestellt. BOURCART & DAVID haben übrigens für das burdigale Alter der grossen Lepidocylinen führenden Schichten von Marokko keinen Beweis erbracht, stellen sie lediglich aus Analogie mit den ebenfalls unbegründeten albanischen Funden zu dieser Stufe. Was die andalusischen Vorkommen anbelangt, so sagen GIGNOUX & FALLOT selbst in der Einleitung ihrer Arbeit (Lit. 45), dass die Niveaubeständigkeit der im klassischen Miocän von Frankreich und Mitteleuropa ermittelten Leitformen (Mollusken, Echiniden) in entfernteren Regionen sehr zu wünschen übrig lässt, sodass mir auch hier ein aquitanisches Alter nicht ausgeschlossen zu sein scheint, wie dies auch H. DOUVILLÉ annimmt (Lit. 36, p. 69). Aus dem gleichen Grunde bezweifle ich für Syrien die absolute Beweiskraft der die Lepidocylinen begleitenden Fauna..

Dem eulepidinen Typus gehören fast überall die grössten Formen an. Während diese aber in Amerika im nummulitenführenden Unter- und Mitteloligocän auftreten, charakterisieren sie in Europa und Ostindien besonders das nummulitenfreie Aquitanien.

Das frühere Auftreten der Lepidocylinen in Amerika bedingt dort wohl das frühere Erreichen der Blütezeit, und dieses wiederum ihr früheres Aussterben. In Ostindien, wo die Lepidocylinen zuletzt erscheinen, bleiben sie auch am längsten bestehen und verschwinden zusammen mit den Miogypsinen, während diese Gattung in Europa und Amerika die Lepidocylinen überlebt. Auch ist es nicht der höchstentwickelte eulepidine Typus, welcher bis ans Ende aushält, sondern der ältere und offenbar resistenteren nephrolepidine Typus. Das Aussterben der Lepidocylinen erfolgt in Venezuela und Marokko allmählich, im Gegensatz zu den Discocylinen und Miogypsinen.

Das frühere Auftreten fast aller Lepidocyclinentypen in Amerika bestätigt die Ansicht H. DOUVILLÉ's, nach welcher Amerika als die Heimat der Lepidocylinen anzusehen ist. Der Umstand, dass der isolepidine Typus in Venezuela früher aufzutreten scheint, als im nördlich vorgelagerten Gebiet, des weiteren, dass die grossen Formen

Lepidocyclina gigas und *L. undosa* in Venezuela in etwas älteren Schichten vorhanden sind als im Norden, legt es nahe, als Heimat der Lepidocyclinen den südlichen Teil des amerikanischen Mittelmeeres zu betrachten.

Wir haben in einem früheren Abschnitt auf die entwicklungsgeschichtliche Bedeutung der verschiedenen Formen des Embryonalapparates hingewiesen. Der Weg führt vom mehrkammerigen Typus (poly, plio) zu einem solchen, bei dem zwei Kammern von gleicher Grösse vorhanden sind (iso). Die zweite Kammer beginnt die erste zu umfassen, wodurch der nephrolepidine Typ entsteht, und am Ende dieser Entwicklung steht der eulepidine Typus, bei welchem die Anfangskammer von der zweiten Kammer vollständig umfasst wird. Das stratigraphische Vorkommen stimmt mit dieser Entwicklung ausgezeichnet überein, indem zuerst die primitiven, poly- und isolepidinen, dann der nephrolepidine und erst zuletzt der eulepidine Typus auftritt (siehe Taf. IX).

3. *Helicolepidina* TOBLER 1922.

Die Gattung *Helicolepidina* wurde zuerst durch TOBLER aus dem Obereocän von Venezuela und Trinidad beschrieben und als Subgenus von *Lepidocyclina* aufgefasst (Lit. 100). H. DOUVILLÉ (Lit. 35) hat auf ihre selbständige Stellung hingewiesen, wenn er auch eine nahe Verwandtschaft mit *Lepidocyclina* annimmt. Dass dies letztere zutrifft, scheint aus dem Umstand hervorzugehen, dass durch RUTTEN aus dem mitteleocänen Parinas-Sandstein von Peru eine neue Art unter dem Namen *Lepidocyclina vichayalensis*⁵⁸⁾ beschrieben worden ist, die nun nach VAUGHAN zu *Helicolepidina* gehören soll (Lit. 122, p. 351). Auf der andern Seite weist VAUGHAN (Lit. 113, p. 284) auf nahe Beziehungen zu *Miogypsina* hin.

4. *Miogypsina* SACCO 1893.

Die ältesten Miogypsinen treten wieder in der amerikanischen Region auf, und zwar vom Unteroligocän an (Venezuela, Mexico). In Marokko erscheinen sie in den die letzten Nummuliten führenden Schichten, die ich deshalb dem Chattien zuweise. Was das von verschiedenen Autoren (z. B. Lit. 76) erwähnte Auftreten von Miogypsinen im Oligocän des Apennin anbelangt, so dürfte es sich überall um Aquitanien handeln, da diesen Faunen die Nummuliten vollständig zu fehlen scheinen^{58a)}. In der Aquitaine erscheinen die Miogyp-

⁵⁸⁾ RUTTEN (Lit. 82) hat diese Form zu „*Isolepidina*“ gestellt, während TODD & BARKER (Lit. 104) sie als „*Polylepidina*“ bezeichnen.

^{58a)} Anm. w. d. Drucks: Nach P. PRINCIPI (Nuove osservazioni etc. Mem. Soc. geol. Ital. 1, 1932) soll *Miogypsina complanata* im Appenin allerdings schon im Nummuliten führenden Oligocän erscheinen, was mit den Verhältnissen in Marokko übereinstimmen würde.

sinen erstmals im oberen Aquitanien von Saint-Etienne d'Orthe, in Ostindien wohl auch in ähnlichem Niveau. Bemerkenswert ist, dass sowohl in Amerika als auch in Europa die ersten Miogypsinen durch Formen mit ausgezeichnet entwickelter Embryonalspirale vom Typus der *Miogypsina complanata* vertreten sind.

In Amerika waren bis heute Miogypsinen nur bis zum Unter-miocän bekannt (Lit. 98); es wurde aber in dieser Arbeit der Nachweis erbracht, dass sie in Venezuela bis ins untere Mittelmiocän hinaufreichen. In der Aquitaine scheinen sie im oberen Burdigalien zu erlöschen, die Lepidocylinen hier etwas überdauernd. In Piemont sollen sie noch im Helvétien auftreten, doch existieren hier zwischen den verschiedenen Forschern Meinungsverschiedenheiten über die Zuteilung gewisser Schichten zum Burdigalien oder zum Helvétien. Auch in Ostindien dürften die Miogypsinen bis ins mittlere Miocän (Lit. 98, p. 286) hinaufreichen, wo sie gleichzeitig mit den Lepidocylinen aussterben.

Im Gegensatz zu den Lepidocylinen scheint das Aussterben der Miogypsinen in Venezuela und Marokko ziemlich plötzlich erfolgt zu sein. An beiden Orten sind die letzten Miogypsinenschichten noch sehr reich an Individuen.

In neueren, zusammenfassenden Arbeiten gibt GALLOWAY (Lit. 41, 42) an, dass nach SCHUBERT Lepidocylinen und Miogypsinen im Bismarckarchipel bis ins Pliocän hinaufgehen. Sieht man die diesbezüglichen Veröffentlichungen von SCHUBERT (Lit. 87, 88) ein, so ist man erstaunt, dass so schlecht begründete Angaben kritiklos in Lehrbücher aufgenommen werden. In zwei Proben von kalkig-mergeligen Globigerinen-Sedimenten, die SCHUBERT als Tiefseeabsätze, entstanden in einer Tiefe von „mindestens 1000 m (wahrscheinlich bedeutend mehr, 2—3000 m)“ anspricht, hat dieser Autor je zwei (!) Exemplare von Lepidocylinen und Miogypsinen gefunden, auf die er drei (!) neue Arten begründet, nämlich: *Lepidocyclina epigona*, *Miogypsina laganiensis* und *Miogypsina epigona*. Das pliocäne Alter dieser Ablagerungen ist durch SCHUBERT in keiner Weise bewiesen worden. Er schreibt (Lit. 88, p. 38): „Bezüglich des Alters glaube ich im grossen und ganzen alle diese Globigerinensedimente etwa als Pliocän auffassen zu dürfen“. Im weiteren glaube ich, dass die Deutung dieser Globigerinensedimente als Tiefseeabsätze ganz verfehlt ist, habe ich doch solche Gesteine in Ost-Falcón und Marokko mit wenig mächtiger Transgressionsschicht direkt auf älteren Schichten liegend beobachtet. SCHUBERT muss denn auch die Hypothese aufstellen, dass die letzten Lepidocylinen und Miogypsinen, die sonst typische Flachwasserbewohner sind, in die Tiefsee abgewandert seien.

Viel eher scheint es mir möglich, dass, falls das pliocäne Alter dieser Schichten sich überhaupt bestätigt, man es auch hier mit Einschwemmungen zu tun habe, worauf besonders das isolierte Auftreten hindeutet. Orbitoidengesteine, von welchen eine Aufarbeitung

herrühren könnte, werden durch SCHUBERT selbst von diesen Inseln beschrieben. Des weiteren sind die beiden Miogypsinen den oligomio-cänen *M. irregularis* MICHELOTTI und *M. complanata* SCHLUMBERGER so ähnlich, dass einzig die „stratigraphischen und bathymetrischen Verschiedenheiten“ SCHUBERT veranlassten, neue Artnamen aufzustellen (!). *Lepidocyclina epigona* SCHUBERT wurde übrigens durch RUTTEN in Neu-Guinea gefunden, und zwar in der Tertiärabteilung f, welche wir hier als Unter- bis Mittelmiocän auffassen (Lit. 106).

Ich glaube, dass das Obige genügen sollte, um darzutun, wie problematisch die Angaben SCHUBERT's über das Vorkommen von Lepidocyclinen und Miogypsinen im Pliocän sind, sodass wir sie einstweilen füglich ausser acht lassen dürfen.

Als stratigraphische Verbreitung der tertiären Orbitoiden im Allgemeinen ergibt sich also:

<i>Discocyclina</i> s. l.	Danien bis Ende Eocän
<i>Lepidocyclina</i>	Mittel-Eocän bis Mittel-Miocän
<i>Miogypsina</i>	Unter-Oligocän bis Mittel-Miocän.

VII. Die Deutung der Altersdifferenzen im Auftreten der Orbitoidengenera.

Wenn wir an die Frage herantreten, wie die Altersdifferenzen im Auftreten der Orbitoidengenera (besonders der Lepidocyclinen und Miogypsinen) an verschiedenen Punkten der Erde zu verstehen sind, müssen wir uns zunächst klar machen, auf welche Weise die Ausbreitung dieser Organismen sich vollzieht. Ich stütze mich hierbei auf eine neue, ausgezeichnete Darstellung von T. W. VAUGHAN (Lit. 115), der es wahrscheinlich macht, dass die das warme Flachwasser bewohnenden benthonischen Orbitoiden nur dadurch ihre weltweite Verbreitung erlangt haben können, dass ihre planktonischen Larvenstadien durch Meeresströmungen verfrachtet wurden⁵⁹⁾. Obwohl die Lebensdauer der Larvenstadien bei Foraminiferen noch nicht bekannt ist, darf in Anlehnung an aus andern Tierklassen (z. B. Korallen) zur Verfügung stehenden Daten angenommen werden, dass es sich nur um sehr kleine Zeitmasse (höchstens Monate) handeln kann. Auch wenn man bei einer Oceanüberquerung solcher Larvenstadien mit VAUGHAN (loc. cit.) Zwischenlandungen auf den ozeanischen Inseln und Flachwasserrücken annimmt, können Verspätungen, die bei einer solchen Wanderung entstehen dürften, niemals geolo-

⁵⁹⁾ Es dürfte sich vornehmlich um die Äquatorialströme handeln, welche aber in der Tertiärzeit infolge anderer klimatischer Bedingungen, des Fehlens einer mittelamerikanischen Landverbindung und einer eventuell verschiedenen Anordnung der Kontinente (WEGENER) wohl einen von den jetzigen Verhältnissen etwas abweichenden Verlauf hatten (s. auch Lit. 27, p. 143 ff.).

gische Zeitmasse (Stufen, Epochen) betragen⁶⁰⁾. Wir müssen vielmehr annehmen, dass erdgeschichtliche Vorgänge zu gewissen Zeiten die Ausbreitung der Orbitoiden verhinderten. Besonders ist an gebirgsbildende Vorgänge zu denken, infolge deren gewisse Meeresstrassen geschlossen wurden, was wiederum die Anordnung der Meeresströmungen weitgehend beeinflussen konnte. Auf diese Weise konnten vielleicht warme Strömungen von kalten abgelöst werden, welche der Ausbreitung von Warmwasserorganismen eine Schranke entgegensezten. Diese Hindernisse scheinen zum Teil eine auslesende Wirkung zu besitzen, indem sie für gewisse Organismen passierbar sind, für andere nicht. Darauf zurückzuführen ist eventuell der Umstand, dass im Eocän die Discocyclinen s. l. in Amerika und Europa zahlreich sind, während die Nummuliten nur im letzteren Gebiet eine reiche Entwicklung aufweisen. Erst im Unteroligocän bevölkern die Nummuliten in ungeheurer Menge auch das westindische Gebiet (Venezuela, Mexico, Peru). Andernteils ist auffallend, dass das Eocän von Ägypten und Marokko bei sehr ähnlicher Nummulitenfauna eine verschiedene Orbitoidenfauna aufweist, insofern bis jetzt keine Lepidocyclinen im ägyptischen Eocän nachgewiesen wurden.

Dass in der Tertiärzeit, wo die orogenetischen Bewegungen in den jungen Kettengebirgen ununterbrochen aufeinander folgen, im Gegensatz zu der ruhigeren, mesozoischen Aera, besonders komplizierte faunistische Verhältnisse vorliegen, ist leicht verständlich. Man wird daher paläontologische, stratigraphische, paläogeographische und tektonische Untersuchungsmethoden kombinieren müssen, um zu einem vollen Verständnis der Orbitoidenverbreitung zu gelangen.

VIII. Die Bedeutung der Orbitoiden als Leitfossilien.

Der stratigraphische Wert der Orbitoiden wurde bestimmt überschätzt von den älteren Autoren, welche der Ansicht huldigten, dass ihre Gattungen sich überall in genau denselben Niveaux finden. Wenn diese Ansicht heute nicht mehr ganz zu Recht besteht, so darf doch gesagt werden, dass die Orbitoidengattungen in einem beschränkten Gebiete, in welchem ihre stratigraphische Verbreitung auf Grund von Profilaufnahmen festgestellt worden ist, ausgezeichnete Dienste erweisen für eine Gliederung der flachmeerischen Sedimente. Für eine rasche Orientierung bessere Resultate, als die zeitraubende und delikate — besonders wenn man über keine freien Exemplare verfügt — Artbestimmung, gibt eine kombinierte Orbitoiden-Nummuliten-Skala, worin die Orbitoiden nach den schon im Felde erkennbaren Gattungen unterschieden werden. Man wird —

⁶⁰⁾ A. MORLEY DAVIES bemerkt zu diesem Thema (Lit. 70, p. 56): „it seems certain that, in the absence of barriers, the time taken by a species in migration to any distance is negligible on the geological time scale“.

wenn vorhanden — mit Vorteil auch andere Tierklassen zur Begründung der Stratigraphie heranziehen, doch wird es auch bei alleinigem Vorhandensein von Grossforaminiferen möglich sein, wenigstens die stratigraphischen Serien (z. B. Eocän, Oligocän, Miocän) mit Sicherheit auseinanderzuhalten. Eine solche Aufgabe stellte sich mir in Marokko. Ich basierte dort die Eocän-Oligocän-Grenze auf das Verschwinden der Discocyclinen, die Oligocän-Miocän-Grenze auf das Aussterben der Nummuliten, welche ich (s. Taf. IX) als konstante Momente den unkonstanten Momenten (Auftreten der Lepidocyclinen und Miogypsen) zur Gründung der Stratigraphie vorzog. Die Richtigkeit dieser Auffassung wurde bestätigt durch die von Frau M. DE CIZANCOURT gütigst vorgenommenen vorläufigen Nummulitenbestimmungen, sowie durch die Sedimentationscyclen, welche mit den auf Grund der Orbitoiden vorgenommenen Unterteilungen übereinstimmen. Als Beispiel einer rohen, stratigraphischen Gliederung auf Grund der kombinierten Orbitoiden-Nummuliten-Skala diene das marokkanische Gebiet, welches infolge der vielen Überschneidungen in der vertikalen Verbreitung der Orbitoidengenera eine ziemlich weitgehende Gliederung erlaubt:

- a) Grosse Nummuliten und Discocyclinen s. l. (Unteres Lutétien)
- b) Grosse Nummuliten und Discocyclinen s. l. und kleine Lepidocyclinen (Oberstes Lutétien)
- c) Mittelgrosse Nummuliten, Discocyclinen s. l. und Lepidocyclinen (Ledien)
- d) Kleine Nummuliten und Discocyclinen s. l. und Lepidocyclinen (Wemmelien)
- e) Kleine Nummuliten und Lepidocyclinen (auch eulepidine Typen) (Lattorfien-Rupélien)
- f) Kleine Nummuliten und Lepidocyclinen (auch grosse eulepidine Formen) und Miogypsen (Chattien)
N.B. in der untern Abteilung *Lepidocyclina* gesteinsbildend, in der oberen *Miogypsina*
- g) Lepidocyclinen (hier wären grosse, eulepidine Formen zu erwarten) und Miogypsen (Aquitaniens)
- h) Kleine, seltene Lepidocyclinen und grosse Miogypsen (Unteres Burdigalien)
- i) Miogypsen allein (Oberes Burdigalien).

IX. Literatur.

1. ABRARD, R. Nomenclature et synchronisme des assises de l'Eocène moyen et supérieur des bassins nummulitiques de l'Europe occidentale. Bull. Soc. géol. France (5^e) t. 3, 1933.
2. BERRY, W. The smaller Foraminifera of the Middle Lobitos Shales of Northwestern Peru. Eclogae geol. Helv. 21, 1928.
3. BERRY, W. Larger Foraminifera of the Verdun formation of Northwestern Peru. Johns Hopkins Univ. studies in geol. No. 9, 1929.

4. BERRY, W. The larger Foraminifera of the Atascadero Limestone of Northwest Peru, South America. *Eclogae geol. Helv.* 23, 1930.
5. BERRY, W. Evidence for the spread of East Indian forms to Equatorial America during Eocene time. *Bull. Geol. Soc. Amer.* 41, 1930.
6. BERRY, W. The larger Foraminifera of the Talara-Shale of Northwestern Peru. *J. Washington Acad. Sc.* 22, 1932.
7. BOURCART, J. *Les Confins Albanais administrés par la France: 1916—1920. Contribution à la Géographie et à la Géologie de l'Albanie moyenne.* Thèse Paris, 1922.
8. BOURCART, J. *Carte géologique de reconnaissance des Djebala et du Rharb septentrional 1:200000. Notes et mémoires Serv. des Mines Maroc No. 21,* 1932.
9. BOURCART, J. & DAVID, E. Etude stratigraphique et paléontologique des grès à foraminifères d'Ouezzan au Maroc. *Mém. Soc. Sc. nat. Maroc No. 37,* 1933.
10. BOUSSAC, J. Note sur la succession des faunes nummulitiques à Biarritz. *Bull. Soc. géol. France (4^e) t. 8,* 1908.
- 10 A. BOUSSAC, J. Etudes stratigraphiques et paléontologiques sur le Nummulitique de Biarritz. *Ann. Hébert t. 5,* 1911.
11. CHECCHIA-RISPOLI, G. La Serie nummulitica dei dintorni di Termini-Imerese. I. Il Vallone Tre Pietre, II. La regione Cacasacco. *Giorn. Sc. nat. ed econom. Palermo* 27, 1909.
12. CHECCHIA-RISPOLI, G. La serie nummulitica dei dintorni di Bagheria in provincia di Palermo. *Giorn. Sc. nat. ed econom. Palermo* 28, 1911.
13. CHECCHIA-RISPOLI, G. Sull'Oligocene dei dintorni di Campofiorito in provincia di Palermo. *Giorn. Sc. nat. ed econom. Palermo* 28, 1911.
14. CHECCHIA-RISPOLI, G. Sul Miocene medio di alcune regioni delle provincie di Palermo e di Girgenti. *Giorn. nat. ed econom. Palermo* 28, 1911.
15. CHECCHIA-RISPOLI, G. Osservazioni geologiche sull'Apennino della Capitanata parte I: *Giorn. Sc. nat. ed econom. Palermo* 29, 1912,
parte II & III: *ibid.* 30, 1914,
parte IV: *Boll. soc. geol. ital.* 35, 1916,
parte V: *ibid.* 36, 1917.
16. CHECCHIA-RISPOLI, G. L'Eocene dei dintorni di Roseto Valfortore e considerazioni sulla sua fauna. *Boll. R. Comitato geol. d'Italia* 46, 1918.
17. CHECCHIA-RISPOLI, G. Considerazioni paleontologiche sull'Eocene dei dintorni di Castelluccio Valmaggiore (Capitanata). *Atti R. Accad. Naz. Lincei (6) Mem. vol. I,* 1926.
18. CHECCHIA-RISPOLI, G. Nuove osservazioni sulla fauna nummulitica dei dintorni di Castelluccio Valmaggiore (Capitanata). *Boll. R. Ufficio geol. d'Italia* 56, 1931.
19. CIZANCOURT, H. de. Plissements disharmoniques et diapirisme. Première note: Sur quelques types de plis disharmoniques. *Bull. Soc. géol. France (5^e) t. 3,* 1933.
20. CIZANCOURT, Mme M. de. Note sur quelques Nummulites du Rif marocain. *Bull. Soc. géol. France (5^e) t. 3,* 1933.
21. COOKE, C & CUSHMAN, J. A. The Byram calcareous marl of Mississippi and its Foraminifera. *U.S. Geol. Survey Prof. Pap.* 129 E, 1922.
22. COOKE, C. W. The correlation of the Vicksburg group. *U.S. Geol. Survey Prof. Pap.* 133, 1923.
23. CUSHMAN, J. A. The American species of Orthophragmina and Lepidocyclina. *U.S. Geol. Survey Prof. Pap.* 125, 1920.
24. CUSHMAN, J. A. Foraminifera from the Eocene deposits of Peru. In: *Bosworth's geology of Northwest Peru,* London, 1922.
25. CUSHMAN, J. A. A late Tertiary fauna of Venezuela and other related regions. *Contrib. Cushman Lab. Foram. Research* 5, 1929.
26. CUVILLIER, J. Revision du Nummulitique égyptien. *Mém. Inst. d'Egypte* 16, 1930.

27. DACQUÉ, E. Paläogeographie. Enzyklopädie der Erdkunde, 1926.
28. DAGUIN, F. Contribution à l'étude géologique de la région préfaine (Maroc occidental). Notes et Mém. du Serv. des Mines Maroc N° 1, 1927.
- 28A. DALLONI, M. Les terrains oligocènes dans l'Ouest de l'Algérie. Bull. Soc. géol. France (4) XVI, 1916.
29. DAVID, E. Les grands foraminifères de la région désertique syrienne. Notes et Mém. du Haut-Commissariat à Beyrouth I, 1933.
30. DORR, J. B. New Data on the correlation of the Lower Oligocene of South and Central America with that of Southern Mexico. J. Paleontology 7, 1933.
31. DOUVILLÉ, H. Sur l'âge des couches traversées par le canal de Panama. Bull. Soc. géol. France (3^e) t. 26, 1898.
32. DOUVILLÉ, H. Les Orbitoidés: développement et phase embryonnaire: leur évolution pendant le Crétacé. — Les Orbitoidés du Danien et du Tertiaire: Orthophragmina et Lepidocyclus. C. R. Acad. Sc. 161, p. 664—670, 721—728, 1915.
33. DOUVILLÉ, H. Les Nummulites, évolution et classification. C. R. Acad. Sc., 1919.
34. DOUVILLÉ, H. Révision des Orbitoides.
 - Première partie: Orbitoides crétacés et genre *Omphalocyclus*. Bull. Soc. géol. France (4^e) t. 20, 1921.
 - Deuxième partie: Orbitoides du Danien et de l'Eocène. Bull. Soc. géol. France (4^e) t. 22, 1922.
35. DOUVILLÉ, H. Quelques observations sur le sous-genre *Helicolepidina*. Eclogae geol. Helv. 17, 1923.
36. DOUVILLÉ, H. Révision des Lépidocyclines. Mem. Soc. géol. France Nouv. Sér. t. I, 1924, t. II, 1925.
37. DOUVILLÉ, H. Les Orbitoides de la région pétrolifère du Mexique. C. R. séances Soc. géol. France, 1927, p. 34.
38. DOUVILLÉ, R. Sur les « Argilles écaillées » des environs de Palerme, sur le tertiaire de la côte d'Otrante et sur celui de la Malte. Bull. Soc. géol. France (4^e) t. 6, 1906.
39. FABIANI, R. Nuovi giacimenti a *Lepidocyclus elephantina* nel Vicentino e osservazioni sui cosiddetti strati di Schio. Atti R. Inst. Veneto 68, 1909.
40. FABIANI, R. Nuove osservazioni sul Terziario fra il Brenta e l'Astico. Atti Acc. sc. veneto-trentino-istriana, ser. 3, anno 5, 1912.
- 40A. FLANDRIN, J. Sur la présence du genre *Assilina* dans l'Eocène supérieur de l'Algérie. Bull. Serv. Carte géol. Algérie (2) II, 1933.
41. GALLOWAY, J. J. A revision of the Family Orbitoididae. J. Paleontology 2, 1928.
42. GALLOWAY, J. J. A manual of Foraminifera. Bloomington, Indiana, 1933.
43. GEOLOGISCHE KARTE VON JAVA. Toeighting bij Blad 14, 1933.
44. GIGNOUX, M. Géologie stratigraphique. Paris, 1926.
45. GIGNOUX, M. & FALLOT, P. Contribution à la connaissance des terrains néogènes et quaternaires marins sur les côtes méditerranéennes d'Espagne. C. R. 14^e Congr. géol. internat. 1927.
46. GLANGEAUD, L. Etude géologique de la région littorale de la province d'Alger. Bull. serv. carte géol. Algérie (2^e) No. 8, 1932.
47. GORTER, N. E. & VAN DER VLERK, I. M. Larger Foraminifera from Central Falcon (Venezuela). Leidsche geol. Mededel. 4, 1932.
48. GRAVELL, D. W. Tertiary Larger Foraminifera of Venezuela. Smithsonian miscell. Collections 89, 1933.
49. HAUG, E. Traité de géologie. Paris, 1908—1911.
50. HODSON, F. Venezuelan and Caribbean Turritellas. Bull. Amer. Pal. 11, 1926.
51. HODSON, H. K. Foraminifera from Venezuela and Trinidad. Bull. Amer. Pal. 12, 1926.
52. HODSON, F., HODSON, H. K., HARRIS, G. D. Some Venezuelan and Caribbean Mollusks. Bull. Amer. Pal. 13, 1927.
53. HODSON, F. & H. K. Some Venezuelan Mollusks. Bull. Amer. Pal. 16, 1931.

54. IDDINGS, A. & OLSSON, A. A. Geology of Northwest Peru. Bull. Amer. Ass. Petr. Geol. 12, 1928.
55. JEANNET, A. Contributions à l'étude des Echinides tertiaires de la Trinité et du Venezuela. Mém. Soc. Pal. Suisse 48, 1928.
56. JONES, W. F. & WHITEHEAD, W. L. Cretaceous-Eocene unconformity of Venezuela. Bull. Amer. Ass. Petr. Geol. 13, 1929.
57. KOCH, R. *Miogypsina staufferi* nov. sp. from North-western Venezuela. Eclogae geol. Helv. 19, 1926.
58. KOCH, R. Tertiärer Foraminiferenkalk von der Insel Curaçao (Niederländisch West-Indien). Eclogae geol. Helv. 21, 1928.
59. KOCH, R. Berichtigung und Ergänzung zu der Notiz: „Tertiärer Foraminiferenkalk von der Insel Curaçao“. Eclogae geol. Helv. 22, 1929.
60. KUGLER, H. G. Das Eozänprofil von Soldado rock bei Trinidad. Eclogae geol. Helv. 18, 1923.
61. LACOSTE, J. Carte géologique provisoire de la région rifaine méridionale 1 : 100 000. Notes et mém. Serv. des Mines Maroc No. 29, 1934.
62. LACOSTE, J. Etudes géologiques dans le rif méridional. Notes et Mém. du Serv. des Mines Maroc No. 31, 1934.
63. LAMBERT, J. Note sur quelques Echinides recueillis par Mr. Walther Staub dans le Néogène de l'Est du Mexique. Eclogae geol. Helv. 21, 1928.
64. LEMOINE, P. & DOUVILLÉ, R. Sur le genre *Lepidocyclus* Gümbel. Mém. Soc. géol. France, Paléont. No. 32, 1904.
65. LEUPOLD, W. & VAN DER VLERK, I. M. The Tertiary (in: Feestbundel K. Martin). Leidsche geol. Mededeel. V, 1931.
66. LIDDLE, R. A. The geology of Venezuela and Trinidad. Fort Worth, Texas, 1928.
67. MARIN, A., BLUMENTHAL, M., FALLOT, P. Observations géologiques sur le Nord-Ouest du Rif marocain. Bull. Soc. géol. France (4^e) t. 30, 1930.
68. MAURY, C. J. The soldado rock type section of Eocene. J. geol. 37, 1929.
69. MAURY, C. J. Bartonian and Ludian Upper Eocene in the western hemisphere. Amer. J. sc. 22, 1931.
- 69A. MENGAUD, L. Recherches géologiques dans la Région Cantabrique. Thèse Paris, 1920.
70. MORLEY DAVIES, A. Tertiary Faunas vol. II, London, Thomas Murby, 1934.
71. MUHEIM, P. F. Subalpine Molassezone im östlichen Vorarlberg. Eclogae geol. helv. 27, 1934.
72. NUTTALL, W. L. F. The Zonal Distribution of the Larger Foraminifera of the Eocene of Western India. Geol. Mag. 63, 1926.
73. NUTTALL, W. L. F. Two species of *Miogypsina* from the Oligocene of Mexico. J. Paleontology 7, 1933.
74. NUTTALL, W. L. F. The application of micropaleontology to petroleum geology. World Petroleum Congr. Preprint. No. 28, 1933.
- 74A. NUTTALL, W. L. F. Upper Eocene Foraminifera from Venezuela. J. Paleontology 9, 1935.
75. OLSSON, A. A. Contribution to the tertiary paleontology of northern Peru. Part I: Eocene Mollusca and Brachiopoda. Bull. Amer. Paleontology 14, No. 52, 1928.
Part V: The Peruvian Miocene, ibid. 19, No. 68, 1932.
76. PANTANELLI, D. Sulla estensione dell'Oligocene nell'Appennino settentrionale. Atti Soc. dei Naturalisti e Matematici di Modena 13, 1911.
77. ROVERETO, G. Nuovi studi sulla stratigrafia e sulla fauna dell'Oligocene ligure Genova.
Ausführliches Referat von Silvestri in: Riv. ital. paleontologia 21, 1915.
78. ROZLOZSNIK, P. Einleitung in das Studium der Nummulinen und Assilinen. Jahrb. K. Ungar. geol. Anst. 26, 1927.
79. RUTSCH, R. Einige interessante Gastropoden aus dem Tertiär der Staaten Falcón und Lara (Venezuela). Eclogae geol. Helv. 23, 1930.

80. RUTSCH, R. Die Gastropoden aus dem Neogen der Punta Gavilan in Nord-Venezuela. *Abh. Schweiz. palaeont. Ges.* 54 & 55, 1934.
- 80 A. RUTSCH, R. Pteropoden und Heteropoden aus dem Miocän von Trinidad (Brit. Westindien). *Eclogae geol. Helv.* 27, 1934.
81. RUTTEN, L. On tertiary Foraminifera from Curaçao. *Proceed. Kon. Akad. Wet. Amsterdam* 31, 1928.
82. RUTTEN, L. On tertiary Rocks and Foraminifera from North-western Peru. *Proceed. Kon. Akad. Wet. Amsterdam* 31, 1928.
83. RUTTEN, M. G. & Vermunt, L. W. J. The Seroe di Cueba limestone from Curaçao. *Proceed. Kon. Akad. Wet. Amsterdam* 35, 1932.
84. SACCO, F. Sur la valeur stratigraphique des Lepidocyclina et des Miogypsina. *Bull. Soc. geol. France* (4^e) t. 5, 1905.
85. SCHEFFEN, W. Zur Morphologie und Morphogenese der Lepidocyclinen. *Palaeont. Zeitschr.* 14, 1932.
86. SCHLUMBERGER, CH. Note sur le genre Miogypsina. *Bull. Soc. géol. France* (3) t. 28, 1900.
87. SCHUBERT, R. Über das Vorkommen von Miogypsina und Lepidocyclina in pliocänen Globigerinengesteinen des Bismarckarchipels. *Verh. K. K. geol. Reichsanstalt*, 1910.
88. SCHUBERT, R. Die fossilen Foraminiferen des Bismarckarchipels und einiger angrenzenden Inseln. *Abh. K. K. geol. Reichsanstalt* 22, 1911.
89. SEITZ, O. & RUTSCH, R. Die Gattung Amotapus Olsson, eine echte alttertiäre Mya (Raetomya) Linné. *Eclogae geol. Helv.* 23, 1930.
90. SILVESTRI, A. Distribuzione geografica e geologica di due Lepidocycline comuni nel Terziario italiano. *Mem. d. Pontificia Acc. romana dei Nuovi Lincei* 29, 1911.
91. SILVESTRI, A. Fossili rari o nuovi in formazioni del Paleogene. *Boll. soc. geol. ital.* 39, 1920.
92. SILVESTRI, A. Fauna paleogenica di Vasciano presso Todi.
Parte I: *Boll. soc. geol. ital.* 42, 1923.
Parte II: *ibid.* 48, 1929.
93. SILVESTRI, A. Osservazioni su fossili nummulitici. *Riv. ital. Paleontologia* 35, 1929.
94. SILVESTRI, A. Fossili miocenici nel territorio di Bavona (Agrigento). *Riv. ital. Paleontologia*, 37, 1931.
95. STAUB, W. Über die Verbreitung der oligocänen und der älter-neogenen Schichten in der Golfregion des nordöstlichen Mexico. *Eclogae geol. Helv.* 21, 1928.
96. STAUB, W. Die Entstehungsgeschichte des Golfes von Mexico. *Eclogae geol. Helv.* 24, 1931.
97. VAN STRAELEN, V. Sur des Crustacés décapodes cénozoïques du Venezuela. *Bull. Musée roy. d'Hist. nat. Belgique* 9, 1933.
98. THALMANN, H. E. Das Vorkommen der Gattung Miogypsina Sacco 1893 in Ost-Mexico. *Eclogae geol. Helv.* 25, 1932.
99. TOBLER, A. Die Jacksonstufe (Priabonien) in Venezuela und Trinidad. *Eclogae geol. Helv.* 17, 1922.
100. TOBLER, A. Helicolepidina, ein neues Subgenus von Lepidocyclina. *Eclogae geol. Helv.* 17, 1922.
101. TOBLER, A. Über eine ostindische Lepidocyclina mit mehrkammeriger Nucleoconcha. *Eclogae geol. Helv.* 19, 1925.
102. TOBLER, A. Neue Funde von obereocänen Grossforaminiferen in der nord-peruanischen Küstenregion. *Eclogae geol. Helv.* 20, 1927.
103. TOBLER, A. Miogypsina dans le falun de Pontpourquey près de Saucats, Bordelais. *Eclogae geol. Helv.* 21, 1928.
104. TODD, J. U. & R. WRIGHT BARKER. Tertiary Orbitoids from North-western Peru. *Geol. Mag.* 69, 1932.

105. UMBGROVE, J. H. F. Tertiary Sea-connections between Europe and the Indo-Pacific Area. Fourth Pacific Sc. Congr., 1929.
106. VAN DER VLERK, I. M. The genus *Lepidocyclina* in the Far East. *Eclogae geol. helv.* 21, 1928.
107. VAUGHAN, TH. W. Geologic history of Central America and the West Indies during Cenozoic time. *Bull. Geol. Soc. America* 29, 1918.
108. VAUGHAN, TH. W. American and European Tertiary Larger Foraminifera. In: „Symposium on Correlation of the Tertiary Formations of Southeastern North America, Central America and the West Indies with the Tertiary Formations of Europe.“ *Bull. Geol. Soc. America* 35, 1924.
109. VAUGHAN, TH. W. Results of Recent Investigations of American Tertiary Larger Foraminifera. *Proceedings Third Pan Pacific Science Congress Tokyo 1926.*
110. VAUGHAN, TH. W. New species of *Operculina* and *Discocyclina* from the Ocala-limestone. *Nineteenth Annual report of the Florida State, Geol. Survey*, 1928.
111. VAUGHAN, TH. W. Additional new species of tertiary larger Foraminifera from Jamaica. *Journal of Paleontology* 3, No. 4, 1929.
112. VAUGHAN, TH. W. Descriptions of new species of foraminifera of the genus *Discocyclina* from the Eocene of Mexico. *Proceedings of the U.S. National Museum* 76, 1929.
113. VAUGHAN, Th. W. Synopsis of the Orbitidae. In: CUSHMAN, J. A. Foraminifera, 2nd edition, Sharon, 1933.
114. VAUGHAN, Th. W. Studies of American species of Foraminifera of the genus *Lepidocyclina*. *Smithsonian Miscell. collections* 89, No. 10, 1933.
115. VAUGHAN, TH. W. The biogeographic relations of the Orbitoid foraminifera. *Proceed. National Acad. Sc.* 19, 1933.
116. VERBEEK, R. D. M. & FENNEMA, R. *Description géologique de Java et Madura*, 1896.
117. VREDENBURG, E. *Nummulites Douvillei*, an undescribed species from Kachh with remarks on the zonal distribution of Indian *Nummulites*. *Rec. Geol. Surv. India* 34, 1906.
118. VREDENBURG, E. W. Note on the distribution of the genera *Orthophragmina* and *Lepidocyclina* in the Nummulitic Series of the Indian Empire. *Rec. Geol. Surv. India* 35, 1907.
119. WENGEN, W. à. Phylogenetic considerations of the *Nummulinidae*. *Proceed. 4th. Dutch East Indian Congress Nat. Sc.*, 1926.
120. WIEDENMAYER, C. Zur Geologie von Ostfalcón (Nordwest-Venezuela). *Eclogae geol. Helv.* 18, 1924.
121. WOODRING, W. P. Marine Eocene deposits on the East slope of the Venezuelan Andes. *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.* 11, 1927.
122. WRIGHT BARKER, R. Some notes on the genus *Helicolepidina* Tobler. *J. Paleontology* 8, 1934.

Manuskript eingegangen den 17. Januar 1935.

Nachtrag zu: Die stratigraphische Verbreitung der tertiären Orbitoiden.

Von ALFRED SENN, z. Zt. Cassaigne (Algérie).

Nachdem die erste Korrektur meiner Arbeit¹⁾ bereits erledigt war, bekam ich Kenntnis von einigen kürzlich erschienenen, dieselbe in hohem Grade interessierenden Publikationen.

In erster Linie betrifft dies eine Arbeit von H. GERTH²⁾, welche dasselbe Thema behandelt. Da das Schwergewicht dieser Veröffentlichung aber auf Ostindien fällt, während die meinige die mir auf Grund eigener Anschauung bekannten Gebiete von Marokko und Venezuela besonders eingehend behandelt, glaube ich, dass eine Äusserung dazu nicht überflüssig ist.

Wenn ich auch mit den allgemeinen Schlussfolgerungen GERTH's übereinstimme, so kann ich mich nicht befreunden mit der in seiner Arbeit (loc. cit. p. 458/59) vertretenen Ansicht, nach welcher „*Eulepidina*“ zeitlich vor „*Nephrolepidina*“ auftrate. Für Ostindien und wohl auch für die Aquitaine ist dies zutreffend, nicht aber für die gründlich untersuchten Profile Marokkos und Westindiens (Lit. 109, 110, 113, 115 meines Verzeichnisses), wo nephrolepidine Formen schon im Obereocän, eulepidine aber erst vom Unteroligocän an auftreten. Es sei auch darauf hingewiesen, dass die von GERTH in dieser Hinsicht im Texte gemachten Angaben nicht mit der Darstellung in seiner Tabelle übereinstimmen, nach welcher sowohl im west-, als auch im ostindischen Gebiete „*Nephrolepidina*“ und „*Eulepidina*“ zusammen im Unter- resp. im Ober-Oligocän auftreten.

Was die Einreihung der San Luis-Formation Venezuelas durch GERTH ins Aquitanien anbelangt (siehe seine Tabelle), so spricht dagegen ihre typisch altoligocäne Molluskenfauna, die in ihr noch vorhandenen Nummuliten und ihre stratigraphische Stellung in den vollständigen Profilen von Central-Falcón. Für nähere Angaben verweise ich auf die in meiner Arbeit (p. 70 ff.) gebotene Darstellung.

¹⁾ Dieses Heft, S. 51—113.

²⁾ GERTH, H. The Distribution and Evolution of the Larger Foraminifera in the Tertiary Sediments. Proceed. Kon. Akad. Wet. Amsterdam 38, 1935.

Des weiteren möchte ich mich zu einigen die Verbreitung der Orbitoiden in Algerien betreffenden Publikationen³⁾ äussern, deren bevorstehende Herausgabe in meiner Einleitung (p. 54) in Aussicht gestellt wurde.

Bezüglich der Fauna von Tizi Renif schliesse ich mich der Ansicht GERTH's an, der sie als aufgearbeitet betrachtet (loc. cit. p. 456/57). Zur Widerlegung dieser Ansicht führt FLANDRIN vornehmlich folgende Gründe an, zu denen ich hier einige (eingeklammerte) Bemerkungen befüge:

1. Das Vorkommen aller angeführten Foraminiferen in einer einzigen Bank. (Ich verweise diesbezüglich auf das in meiner Arbeit p. 94/95, 98 Gesagte.)

2. Der äussere Erhaltungszustand der Lepidocylinen ist ebenso schlecht, wie derjenige der sonst im Eocän beheimateten Formen. (Dieser schlechte Erhaltungszustand könnte, wie ich es in Marokko beobachten konnte, durch die Oberflächenverwitterung bedingt sein, insofern die Proben nicht aus einem frischen Bachanriss oder aus einem künstlichen Aufschluss (Grabung) gewonnen wurden. Leider fehlen diesbezügliche Angaben FLANDRIN's.)

3. Die eocänen Formen sind gegenüber den oligocänen in der Mehrzahl vorhanden. (Dies scheint mir kein annehmbarer Grund zu sein, da ich viele Aufarbeitungen beobachtet habe, bei denen die eingeschwemmten Formen über die autochthonen überwiegen oder sogar allein vorhanden sind. Vergl. auch meine Arbeit p. 99 und Nachtrag unten).

4. Eocäne Lepidocylinen werden heute auch aus vielen andern Gebieten und von verschiedenen Autoren erwähnt. (Was Italien anbelangt, so verweise ich auf meine Arbeit p. 93 ff., und bezüglich Marokko muss betont werden, dass es sich dort ausschliesslich um Formen vom iso- bis nephrolepidinen Typus handelt (Lit. 9, 67 und meine Arbeit p. 84 ff.), während der eulepidine Typus in allen gut durchforschten Profilen der ganzen Welt, Amerika eingeschlossen, auf das Oligocän beschränkt ist.)

5. Die Tatsache, dass das „Numidien“ bisher von sämtlichen algerischen Geologen ins Obereocän gestellt wurde. (Persönlich sei es mir erlaubt, hier eher einen menschlichen Irrtum für möglich zu halten, als einen „Fehler der Natur“ anzunehmen.)

6. Sollte das ganze Numidien Oligocän sein, so ergäbe sich die Consequenz, am Ende des Eocäns eine Emersion anzunehmen, für welche aber in Algerien jeglicher Anhaltspunkt fehlt. (Immerhin

³⁾ FLANDRIN, J. La faune de Tizi Renif près Dra el Mizan (Algérie). Bull. Soc. géol. France (5e) t. 4, 1934.

EHRMANN, F. & FLANDRIN, J. Au sujet des grandes Lépidocylines de l'Eocène des Beni-Afeur (S. de Taher, département de Constantine). C. R. Acad. Sc. t. 200, 1935.

darf darauf hingewiesen werden, dass in der entsprechenden Region des marokkanischen Rif-Gebirges durch J. LACOSTE (Lit. 62, p. 352/53) eine Diskordanz zwischen Obereocän und Oligocän beschrieben wurde, welche auf eine temporäre Emersion an der Grenze Eocän-Oligocän schliessen lässt. Ohne von den Beobachtungen LACOSTE's Kenntnis zu haben, hatte ich aus den im Oligocän meines Untersuchungsgebietes selten vorhandenen und deutlich aufgearbeiteten Eocän-Foraminiferen geschlossen, dass im nördlich vorgelagerten Gebiete eine Diskordanz zwischen Eocän und Oligocän vorhanden sein müsse. Auch zeigen die Tatsachen, dass einerseits in der „Chaîne dorsale“ des Rif marines Obereocän vorhanden ist (Lit. 67), andererseits im Gebiete von Ouezzane vom Mitteloligocän an Conglomerate auftreten, deren häufige Jurakalk-Gerölle von der „Chaîne dorsale“ herstammen dürften, dass in dieser Gebirgskette an der Grenze Eocän-Oligocän mächtige Gebirgsbildung sich abspielten. Die von FLANDRIN erwähnten algerischen Vorkommen liegen nun beide im Bereich der kabylischen Gebirgskette, welche als die östliche Fortsetzung der „Chaîne dorsale“ des marokkanischen Rif betrachtet wird. Im übrigen beschreibt auch DALLONI (Lit. 28 A) aus West-Algerien eine Diskordanz zwischen Eocän und Oligocän und die Aufarbeitung der eocänen Foraminiferenfauna durch das Oligocänmeer).

Für eine Aufarbeitung der Fauna von Tizi Renif scheinen mir zu sprechen:

1. Die Mischung mitteleocäner, obereocäner und oligocäner Foraminiferen.

2. Die Unregelmässigkeit im Auftreten der Foraminiferen in den Mikobreccien-Bänken, denen sie stellenweise vollständig fehlen, indessen sie stellenweise massenhaft vorhanden sind. Ich darf hier einen Fall aus dem marokkanischen Burdigalien anführen, wo mir eine Probe neben massenhaften Miogypsinen, je zwei Exemplare von Nummuliten und Asterocyclinen geliefert hat, während in einer zweiten Probe, die in derselben Schicht, in nur 10 m Entfernung von der ersten gesammelt wurde, die Asterocyclinen bei weitem über die Miogypsinen überwiegen. Dieses Beispiel zeigt gleichzeitig, dass die zahlenmässige Überlegenheit einer Gattung oder Art über eine andere nicht immer ausschlaggebend ist für die stratigraphische Altersbestimmung einer Formation.

3. Das Vorherrschen von kleinen Formen und das fast alleinige Vorhandensein der makrosphärischen Generation speziell bei den unter- bis mitteleocänen Nummuliten (*N. lucasi*, *N. gallensis*, *Assilina mamillata*). Wie GERTH (loc. cit. p. 457) bemerkt, kann dies durch die Annahme einer Grössen-Sortierung bei der Einschwemmung sehr einleuchtend erklärt werden. Die Deutung FLANDRIN's, nach welcher die geringe Grösse der Lepidocyclinen ein alter Charakterzug („caractère archaïque“, p. 266) sein soll, könnte für Tizi Renif zutreffen,

nicht aber für Beni Afeur, wo die dem oberen Mitteleocän zugeschriebenen *Lepidocyclus dilatatae* des Niveau I eine Grösse von 3 cm erreichen, und die dem Obereocän zugewiesenen sogar 5 cm.

Im Übrigen muss darauf hingewiesen werden, dass FLANDRIN seine bedeutungsvollen Schlussfolgerungen im Falle von Tizi Renif auf eine einzige Fauna stützt, welche ihm nicht erlaubt, die Beziehungen zu andern Faunen, wie es in Profilen möglich ist, festzustellen. Für die Vorkommen von Beni Afeur, von wo drei übereinanderfolgende Faunen beschrieben werden, stehen die diesbezüglichen Aussichten besser; aber gerade die dortigen Verhältnisse scheinen mir für eine Aufarbeitung typisch zu sein: so haben wir in den Niveaux I und II eine rein oligocäne Foraminiferen-Gesellschaft vor uns, die infolge des Fehlens der Nummuliten sogar auf Aquitanien hinweist, während in dem darüber liegenden Niveau III plötzlich eine reine Eocänaufauna erscheint. Dies könnte dahin gedeutet werden, dass es sich um Oligocän handelt, dem neben den Geröllen der in sämtlichen Niveaux vorhandenen Conglomerate und Mikrobreccien auch in gewissen Horizonten eocäne Foraminiferen beigeschwemmt sind.

Es ist naheliegend, mir den Vorwurf zu machen, dass ich einesseits in Marokko die Existenz der Lepidocyclinen im Eocän bejahe, sie andernorts aber in Abrede stelle. Ich muss aber bemerken, dass ich in Marokko nicht leichthin meine Ansicht gefasst habe, sondern erst auf Grund einer Arbeit von 9 Monaten, von denen zwei Monate ausschliesslich der detailliertesten Aufnahme einiger weniger Profile gewidmet waren, die übrige Zeit dem Studium von über 400 Proben von Gross- und Kleinforaminiferen⁴⁾, welche die ganze Folge vom Unter-Eocän bis zum Unter-Miocän decken. So besitze ich z. B. aus einem einzigen, 800 m mächtigen, vom oberen Lutétien bis ins oberste Eocän reichenden Profile 35 übereinanderfolgende Orbitiden-Proben, aus einem 450 m Mächtigkeit aufweisenden Oligocänprofil 20 Proben. Das Studium dieser und der von andern Profilen herstammenden Proben hat eine ganz normale Entwicklung der Orbitiden-Fauna ergeben, die einzig durch das Auftreten im Obereocän von kleinen Lepidocyclinen vom iso- und nephrolepidinen, aber niemals vom eulepidinen Typus, von dem aus Europa bekannten abweicht, dafür aber mit Amerika umso schönere Übereinstimmung zeigt. Noch weniger dürfte die gegenwärtig durch Frau DE CIZANCOURT untersuchte Nummuliten-Fauna von dem abweichen, was in den klassischen Profilen von Europa, Indien und Ägypten über ihre Entwicklung bekannt geworden ist.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, ein ähnliches Kapitel aus der Geschichte der Geologie in Erinnerung zu rufen: Bevor das Vorhandensein grosser Überschiebungen in den Alpen bekannt war, schien die

⁴⁾ Hierbei unterstützt durch Herrn V. OSTROWSKY in Rabat.

stratigraphische Verbreitung der verschiedensten Fossilgruppen dort vollständig abzuweichen von dem, was man in den normalen Profilen der epikontinentalen Becken erkannt hatte. Ein ganz analoger Fall scheint mir heute bei den Foraminiferen vorzuliegen, die in den grossen Gebirgsregionen wohl nur deshalb eine andere Verbreitung zu haben scheinen, als anderswo, weil man die hier infolge der mannigfachen Gebirgsbildung viel häufigeren Aufarbeitungen nicht oder nur in ungenügendem Masse erkannt hatte.

Manuskript eingegangen den 2. Juni 1935.

Corrigendum

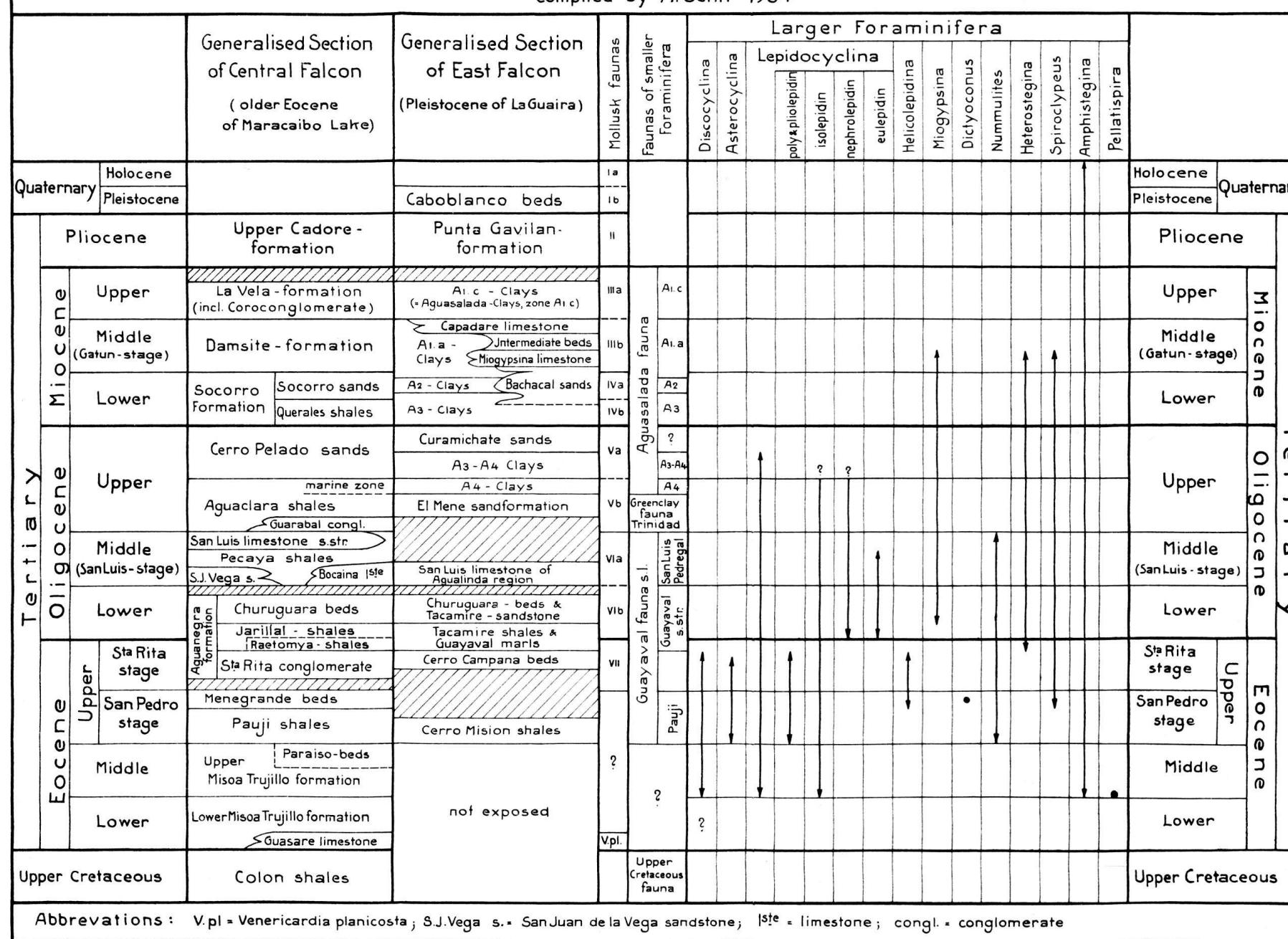
zu Tafel IX, A. Senn: Vertikale Verbreitung der Nummuliten und Orbitoiden.

In den Vertikalkolonnen für die Aquitaine des nephrolepidinen und des eulepidinen Embryonaltypus der Lepidocyclinen ist folgende Korrektur anzubringen: In der Kolonne für den nephrolepidinen Typus soll der Pfeil nur die obere Hälfte der Horizontalkolonne des Chattien einnehmen, beim eulepidinen Typus dagegen die ganze Kolonne des Chattien ausfüllen.

In sämtlichen vom Autor versandten Separatabzügen sind die beiden Korrekturen bereits angebracht. A. S.

Stratigraphical Chart of Central & East Falcon

compiled by A. Senn 1934



Stratigraphische Übersicht von Central- und Ost-Falcón (Venezuela)

Vertikale Verbreitung der Nummuliten und Orbitoiden

nach der Literatur und eigenen Beobachtungen zusammengestellt
von A. Senn 1934

