

Neuere Ergebnisse der Geologischen Untersuchung des östlichen Mexico.¹⁾

Von

WALTHER STAUB (z. Z. Tampico-Mexico).

Als Manuskript eingegangen am 15. Dezember 1918.

Schreiber dieser Zeilen ist nun schon bald drei Jahre zusammen mit zwei tüchtigen Mitarbeitern, J. M. Muir aus Edinburgh (Scotland) und Dr. H. Adrian aus Olten, damit beschäftigt mitzuhelfen, trotz ungünstiger politischer Verhältnisse, die geologische Untersuchung im östlichen Mexico vorzutreiben. Diese Untersuchungen geschehen im Auftrage der Bataafschen Petroleum Maatschappij, welche Gesellschaft auch in freundlicher Weise auf die Empfehlung von Herrn van Geytenbeck, Leiter der Zweiggeseellschaft in Mexico, und Herrn Dr. J. Erb, Chefgeologe der Direktion im Haag, hin, die Veröffentlichung dieser Zeilen erlaubt.

Unsere Untersuchungen haben den Bau des ölführenden Gebietes in Mexico klarzulegen. Da jedoch der Bau eines bestimmten Ölfeldes sich dem Gesamtbau der Gegend unterordnet, werden Streifzüge durch das ganze östliche Mexico nötig, zu welchen Exkursionen auch die Gesellschaft in weitblickender Weise die Mittel bot. Die mit grossen Unkosten niedergetriebenen Bohrungen in einem Ölfelde, oder die noch teureren Versuchsbohrungen ausserhalb der bekannten Ölgebiete decken in vielen Einzelheiten den Bau des verborgenen Untergrundes auf und tragen so, obschon auf Ölgewinnung hin gerichtet, zu einer vertieften Erkenntnis des Baues einer Gegend bei, wie sie durch wissenschaftliche Untersuchungen an der Tagesfläche allein nicht erreicht werden kann. Wir erachten es als eine unserer ersten Pflichten, alles zu tun, um die Bohrergebnisse der verschiedensten Gesellschaften zu sammeln und der Forschung dienstbar zu machen. Die richtige Deutung der Bohrproben ist durchaus nicht immer leicht.

¹⁾ Eingehendere Untersuchungen werden von uns nur in Ölgebieten vorgenommen. Sie dürfen nicht veröffentlicht werden. Dagegen kann einmal die Verarbeitung des Gesteins oder des Fossilienmaterials von wissenschaftlichem Werte sein. Es ist klar, dass eine Handelsgesellschaft zu solchen Arbeiten keine Gelegenheit bieten kann.

Die geologische Untersuchung des östlichen Mexico war vor Beginn der mexicanischen Revolution, d. h. bis etwa zum Jahre 1912, hauptsächlich durch amerikanische Geologen in Angriff genommen worden, so vor allem durch die Geologen der Mexican Eagle Co. (Pearson's interests), der East Coast Oil Co. und der Mexican Gulf Co.

Die Revolution hat diesen Untersuchungen meist ein jähes Ende bereitet, und je länger die mexicanische Revolution andauerte, desto mehr kam von den Ergebnissen dieser Untersuchungen, hauptsächlich in wissenschaftlichen Zeitschriften der Vereinigten Staaten, an die Öffentlichkeit.

Unsere Zeilen hier dürfen in der Hauptsache nur eine Zusammenfassung und Kritik der veröffentlichten Ergebnisse und Auffassungen sein.

Stratigraphie.

Über jurassischen¹⁾ Fossilien und spärlich kohlenführenden, schwarzen Schiefeln, Kalken und Quarziten, die im östlichen Mexico bis dahin erst NNW von Victoria gefunden worden sind (Victoria ist die Hauptstadt des Staates Tamaulipas; der Fundort liegt westlich Hidalgo am Westabhang der Sierra Ventana und westlich San Encracia am Rio San Bartolo), die jedoch auch im Staate Hidalgo in der Sierra Madre Oriental z. B. zwischen Zilacatipan und Huayacocotla, ferner am Arroyo Durazos, einem Nebenflusse des Rio Vinasco, bekannt sind, folgt der Tamasopakalk, ein massiger, dickbankiger, gelber und grauer, meist dichter Kalk mit Rudisten. Diese fossilarme Kreidekalkmasse führt in den obersten Lagen, ähnlich dem alpinen Hochgebirgskalk, Lyditlagen und Knauer; selten ist sie in den obersten Teilen etwas sandig, und sie bildet das Skelett des Sierra Tamaulipasgebirges und der ganzen Sierra Madre Oriental von Texas bis zum Isthmus von Tehuantepec und wohl noch des Gebirges südlich vom Isthmus. Die Mächtigkeit dieses Kalkkomplexes wird von Chamberlain und Salisbury (Geology Vol. III. Earth History pag. 118) mit 10.000 bis 20.000 Fuss angegeben. Wir hegen von vornherein gegen solche Mächtigkeitsangaben Zweifel und suchen in einem solchen mächtigen gestörten Schichtkomplex tektonische Überlagerungen: Überschiebungen und Schuppen. E. Böse zeichnet in seinem Querprofil durch die Tamasopaschlucht den Tamasopakalk wohl richtig \pm 1500 m mächtig. (Excursion du X. Congrès géologique international 1906. No. XXX, pag. 11.)

Das Alter dieses Kalkes wird von E. Böse an Hand von Fossil-

¹⁾ Vergl. Franc L. Nason's Mitteilung in Economic Geology, August 1909, pag. 423.

funden im Micoscañon zwischen San Luis Potosi und Tampico als Cenoman oder Vraconnien, d. h. als oberer Teil der mittleren Kreide bestimmt. Der Tamasopakalk wird im weiteren für gleichaltrig gehalten wie Woodbine und Timbercreek in Texas. An der Bahnlinie von Veracruz nach Mexico City wird die Kreide von E. Böse nach den Orten Escamela, Maltrata und Necoxtla eingeteilt in Escamelakalk, Maltratakalk (unterer Teil der mittleren Kreide) und Necoxtla-schiefer (untere Kreide). Der oberste Teil des Tamasopakalkes mit den Kiesellagen fehlt hier infolge von Erosion. Nur der Escamelakalk besitzt die Rudistenfauna; er entspricht wohl dem eigentlichen Tamasopakalk. Der Tamasopakalk verleiht der Sierra Tamaulipas und der Sierra Madre Oriental den Hochgebirgscharakter; er bildet z. B. die steilen, zackigen Felswände des Gebirges um Monterrey, und seine Kalkketten werden von tiefen Querschluichten durchfurcht. Tamasopa liegt an der Bahnlinie von Tampico nach San Luis Potosi. Gerade hier an dieser Bahnstrecke sind die Kalkketten streckenweise gegen Osten auf Mendezmergel überschoben. Prachtvolle Schwefel- und Süsswasserquellen entspringen den Überschiebungsf lächen. Der Tamasopakalk ist der Hauptträger des Öles im östlichen Mexico.

Überlagert wird der Tamasopakalk durch die San Felipe- oder San Juanschichten, ein Schichtenkomplex mit wechsellagernden, dünnblättrigen Schiefen, Mergeln und Mergelkalken, der in der Sierra Tamaulipas 460 m, im Staate Nüeva Leon und im nordöstlichen Teile des Staates Coahuila ca. 400 bis 500 m mächtig ist, der jedoch in den Bohrfeldern des Panucogebietes durch die Bohrungen als nur etwa 300 bis 830 Fuss dick nachgewiesen worden ist, und in den südlichen Ölfeldern stellenweise sogar ganz fehlen kann. (San Felipe liegt an der Bahn Tampico-San Luis Potosi; San Juan an der Bahn Tampico-Monterrey.) Gegen Westen, gegen die Sierra Madre Oriental hin, fehlt stellenweise der unterste Teil der San Felipe-Schichten. Diese Mergel- und Kalkbänke liegen in diesem Falle meist auch einer abgetragenen Oberfläche des Tamasopakalkes auf.¹⁾ *Inoceramus Cripsii* Mant., ein Leitfossil der Eagleford-Schichten in Texas, scheint nicht selten zu sein in den San Felipe-Schichten des nordöstlichen Teiles des Staates Coahuila; auch Ammoniten von grossem Durchmesser sind hier gefunden worden. Doch wartet diese Fauna noch auf genauere Bestimmung. Die San Felipe-Schichten werden nach ihrer stratigraphischen Lage

¹⁾ Die von E. Böse beschriebenen, fossilreichen Cardenasschichten, von Cardenas an der Bahnlinie nach San Luis Potosi, sind wohl älter oder nur in ihrem obern Teile gleich alt wie die San Felipe-Schichten. Die Cardenasschichten vertreten nach E. Böse das untere Senon.

und nach den spärlichen Fossilfunden den Eagleford-Schichten, dem Austinkalk und dem untersten Teile der Taylormarls in Texas gleichgestellt. Die San Felipe-Schichten gehen in ihrem Hangenden allmählich über in die

Mendez-Mergel oder Papagallos-Mergel, eine ziemlich einförmige und wohl bis 1000 m mächtige Mergelgruppe mit Foraminiferen, die jedoch nur selten in ihrer vollen Mächtigkeit erhalten ist. Besonders gegen die Golfregion zu sind diese Mergel vor den tertiären Transgressionen streckenweise stark abgetragen worden. Einzelne rote Mergeleinlagerungen helfen diese graue und dunkle Mergelmasse gliedern.

In den Ölfeldern bildet diese Mergelmasse eine abschliessende dichte Decke über den ölführenden Kalken. Am Rio Grande, im Staate Coahuila und in Texas, nahe Eaglepass, wurden durch E. T. Dumble und Prof. Cummins über den eigentlichen Mendezmergeln, die dort Braunkohlen führen, noch die wenig mächtigen Escondidoschichten gefunden. Diese führen Fossilien der obersten Kreide.

Die Braunkohlen im Liegenden der Escondidoschichten werden sowohl im Sabinasbecken, wie gegenüber Eaglepass im Staate Coahuila ausgebeutet.

Die eben beschriebenen Kreideschichten sind faziell verschieden von den Kreideschichten in Texas. Ihre Fortsetzung nördlich des Rio Grande ist am Ostfluss der Rocky Mountains zu suchen. Anders verhält es sich mit den Tertiärablagerungen. Die Tertiärschichten von Texas breiten sich südlich des Rio Grande auch nach Mexico aus. Die mexicanische Küstenebene am Golf von Mexico gehört dem wenig gestörten Texas-Tertiärbecken an. Besonders die

Eocänablagerungen sind hier ausserordentlich mächtig entwickelt und bestehen aus wenig fossilführenden Tonen, Sanden und Sandsteinen mit stellenweisen Kohleneinlagerungen. Die wohl 1000 m mächtige Gesteinsfolge wird von E. T. Dumble wie folgt gegliedert:

Jacksonstufe (oberstes Eocän; fehlt wahrscheinlich in der mexicanischen Küstenebene vollständig).

- | | | |
|-----------------------------|---|---------------------------------|
| Friosande | } | Claibornestufe, mittleres Eocän |
| Fayette-Sandsteine und Tone | | |
| Yeguasande | | |
| Marineschichten | | |
| Carrisoschichten | | |

Wilcox- und Midwaystufe mit *Ostrea cortex*: unteres Eocän.

Die jüngern dieser Stufen und Unterstufen greifen oft transgredierend über die ältern weg; es sind z. T. Lagunenbildungen.

Im Gegensatz zu diesem Texaseocän erstreckt sich längs dem Ostfuss der Sierra Madre Oriental eine Flyschablagerung, Schiefer und plattige Sandsteine, „Lajas“ genannt. Diese Flyschablagerung ist es wohl auch, die im südlichen Tabasco und nördlichen Chiapas zu finden ist, und die hier die nördliche Fortsetzung des zentralamerikanischen Eocäns von Guatemala darstellt.¹⁾

Die westlich der Ölfelder, längs dem Fuss der Sierra Madre sich ausbreitenden Chicontepec- oder Tanlajas-Schichten (so wurde diese Ablagerung hier benannt), werden auch nördlich des Panucoflusses zwischen der Sierra Madre und dem Tamaulipasgebirge gefunden. Die Tanlajas-Schichten überlagern die Mendezmergel. Diese eocäne Ablagerung ist gemeinsam mit der Kreide gefaltet.

Gerade in den Ölgebieten am Panucofluss und südlich davon ist die Gliederung und Trennung der Tertiärschichten nicht leicht, und eine Einigung der Geologen ist noch nicht zustande gekommen. Für den Schreiber dieser Zeilen und seine Mitarbeiter ist aber die über 1000 m mächtige Chicontepec-Serie von eocänem und nicht oligocänem Alter. Die Alazanmergel (Alazan ist ein Landgut in den Ölfeldern südlich des Panucoflusses) werden von uns, mit E. T. Dumble und Prof. W. F. Cummins von den Mendezmergeln abgetrennt und als eine jüngere eocäne Transgression aufgefasst. Noch ist das Verhältnis der Alazanmergel zu der Chicontepec-Serie, tektonischer Störungen wegen, nicht ganz aufgeklärt. Prof. Cummins aber hat das Verdienst, nahe Alazan, am Arroyo Buena Vista, in den Alazanschichten eine Fauna mit Schizaster gefunden zu haben, die auch zahlreiche pazifische Formen einschliesst, und die nach W. F. Cummins und E. T. Dumble dem Alter nach der Jacksonstufe in Texas gleichzustellen ist. Diese Alazanschichten wurden von uns auch im nördlichen Chiapas bei Amatan über der Flyschserie gefunden.

Der hochinteressante Fund von Prof. Cummins bringt zum ersten Mal den Beweis einer Verbindung zwischen Pazifischem und Atlantischem Ozean zur obern Eocänzeit, eine Meerverbindung, die südlich vom Ölgebiete, im Staate Vera Cruz und wohl auch südlich vom Isthmus liegen muss. Die Alazanschichten sind von uns auch im Staate Tamaulipas gefunden worden, doch steht der vollständige Verfolg der Schichten noch aus.

Die oligocänen Ablagerungen greifen in den Staaten Tamaulipas

¹⁾ Pyritfossilien, die ich während der Flussfahrt von Tapijulapa nach San Bernardo bei Poposa in Mergelschiefeln sammelte, und die auch bei San Bernardo zu finden sind, deuten wahrscheinlich darauf hin, dass der untere Teil dieses Eocäns von E. Böse (Lit. No. 2) noch zur obern Kreide gehört. Diese Feststellung ist neu.

und Vera Cruz deutlich transgredierend über eine gehobene, gefaltete und abgetragene Unterlage weg. Diese wohl 1000 m mächtigen Ablagerungen bestehen aus Tonen und Sandsteinen im untern Teile, und Kalken im obern Teile. Die Gliederung dieses Oligocäns wird jetzt eben erst von E. T. Dumble, R. E. Dickersen und W. S. W. Key, an Hand von Seeigeln, vornehmlich Clypeastern, durchgeführt (Lit. No. 9). Es scheint sich vor allem um mittel- und oberoligocäne Ablagerungen zu handeln. In den Ölgebieten lässt sich feststellen, dass ein unterer, stärker gestörter Teil von oligocänen Mergeln und Sandsteinen diskordant überlagert wird von einer mehr kalkigen Gesteinsserie, die in der Basis *Orbitoides papyracea* Bon. führt. Das Oligocän ist nicht so weit gegen Westen hin verbreitet wie das Eocän. Je weiter von der Küste wir nach Westen dringen, desto weniger mächtig ist das Oligocän entwickelt. Die Papyraceaschichten liegen gegen das Landesinnere zu vielfach flach; ihre Transgression über die oligocänen Sandsteine ist hier deutlicher als an der Küste, wo die oligocänen Ablagerungen mächtiger, vollständiger und kontinuierlicher sind. In der Isthmusgegend von Tehuantepec fehlt das Oligocän vollständig.

Im Gegensatz zu der Verbreitung des Oligocäns greift das Miocän dort, wo es vorhanden ist, weit gegen Westen ins Land hinein, besonders in der Gegend des Isthmus von Tehuantepec, wo das Miocän wahrscheinlich eine Ingression bildet, deren Erstreckung zum allgemeinen NW-SE-Streichen der mexicanischen Kordillere quer läuft. Dieses miocäne Ingressionsbecken ist den nach Nordwesten vorstossenden zentralamerikanischen Gebirgsbogen nördlich vorgelagert.

Dieselbe querfaltende Bewegung, die eine Senkung der Gegend des Isthmus von Tehuantepec hervorbrachte, hob auch das Gebiet nördlich davon über Meer, derart, dass im ganzen Ölgebiet des nördlichen Vera Cruz und Tamaulipas marine miocäne Ablagerungen fehlen. Solche Ablagerungen finden sich erst wieder in Texas und Louisiana. Die fossilführende miocäne Mergel- und Tonserie des Isthmus ist wohl 2000—2500 Fuss mächtig. Gegen Chiapas und Tabasco zu wird das Miocän sandiger. Es stellt sich auch eine mächtige, fossilreiche Kalkablagerung in den obersten Teilen ein.

Das Pliocän der mexicanischen Küstenebene, der Reynosakalk (Lit. 13), ist ein fossilreicher, dichter Kalkstein mit Geröllen, möglicherweise grösstenteils eine Seenablagerung. In der Isthmusregion von Tehuantepec ist das Pliocän eine fossilreiche, glimmerhaltige Sandstein- und Sandablagerung; sie scheint den Quersynklinalgebieten zu folgen und überlagert das Miocän diskordant.

Terrassen- und Schotterbildungen zeichnen die Diluvialperiode

aus. Mamutknochen und -Zähne wurden bei Tepetate im Staate Vera Cruz und von einem Schweizer, namens Luis Henggeler, bei San José de las Rusias im Staate Tamaulipas gefunden.

In den Terrassenschottern treten die Gerölle vulkanischer Gesteine in den Vordergrund des Interesses. Es lassen sich in der Intrusionsfolge ältere, mehr saurere Gesteinsarten, so z. B. Nephelinsyenite, unterscheiden, die nach oder bei der Auffaltung, z. B. der Sierra Tamaulipas, am Ende der Eocänzeit in die Kreidegesteine eingedrungen sind. Das Oligocän jedoch ist hauptsächlich von gabbroiden und basaltischen Gesteinsarten durchbrochen. Grosse basaltische Lavafelder sind in Form von „Mesas“ erhalten; junge Explosivkegel und „dykes“ zeichnen uns die Richtung von Verwerfungen.

Die Sierra San Martin südlich Vera Cruz, die Sierra Tantima oder Otontepec im Staate Veracruz, und die vulkanischen, basischen, jungen Kegel bei Aldama im Staate Tamaulipas sind die drei grössten, jungen, vulkanischen Gebilde und Zentren im östlichen Mexico.

Tektonik.

Das östliche Mexico wird von einem gefalteten Gebirgsrücken, dem Tamaulipasgebirge, durchzogen. Diese Sierra Tamaulipas, in ihren nördlichen Teilen Sierra San Carlos, Sierra Papagallos und Sierra Lampazos genannt, trennt sich etwa bei Lampazos als selbständige Gebirgskette von der eigentlichen Sierra Madre Oriental ab, um gegen Südosten zu sich immer weiter von der eigentlichen Sierra Madre zu entfernen. Sie liegt der Sierra Madre gegen Osten vor, etwa wie der Jura vor den Alpen.

Die erste Andeutung dieser Erhebung fällt in die obere Kreidezeit, als die obercretazischen Braunkohlen im Staate Coahuila abgelagert wurden. Die sedimentäre Gliederung der Sierra Tamaulipas und ihre Faltung ist durchaus gleichartig wie Schichtfolge und Faltung der Sierra Madre Oriental. Wurde aber die Sierra Madre Oriental in der spätern Eocänzeit in zahlreiche, meist nach Osten überliegende Falten, Synklinalen und Schuppen gepresst, so zeigt die Sierra Tamaulipas nur einen breiten Antiklinalrücken mit Teilfalten und Brüchen. Im Querschnitt durch die Sierra Madre, längs der Bahnlinie von Monterrey nach Saltillo, lassen sich etwa 10 bis 12 Antiklinalen und Schuppen im Kreidekalk unterscheiden, auf eine Querschnittsbreite von etwa 40 km. Die Sierra Madre Oriental zusammen mit der Sierra Tamaulipas, bilden die südliche Verlängerung der Rockymountains.

Die Sierra Tamaulipas verschwindet als Gebirge nördlich des Panucoflusses. Die Falten der Sierra Madre Oriental verschwinden

von Lampazos an gegen Süden, Falte für Falte; die gebirgseinwärts liegende Falte übernimmt nach Süden zu jeweiligen die Rolle der Randfalte. Gegen den Isthmus von Tehuantepec zu verschwindet das Gebirge fast vollständig.

Unsere beiden obengenannten Kreideketten sind es aber wahrscheinlich, welche in später veränderter Form südlich des Isthmus von Tehuantepec, im nördlichen Chiapas, am obern Usunacinto und an den Oberlaufen der Grijalva als Kreideketten und Massive wieder auftauchen (siehe Lit. No. 2). Die ursprüngliche Anordnung dieser Gebirge hier war wohl vor dem Vordringen und dem Auffalten der zentralamerikanischen Faltenbogen eine durchaus ähnliche, wie nördlich des Isthmus von Tehuantepec. Bei der Auffaltung der zentralamerikanischen Faltenbogen jedoch überprägt diese jüngere Faltung die ältere. Die Auswirkung der jungen, zentralamerikanischen Faltung bleibt jedoch nicht beim Isthmus von Tehuantepec stehen, sondern dringt weiter gegen Norden vor. Sie erzeugt jene erst schwierig verständlichen Torsionen, Querhebungen und Quersynklinalen der ältern Kreideketten des Tamaulipasgebirges und der Sierra Madre, und sie erzeugt jene gewaltigen Bruchlinien und Bruchsysteme, die noch die oligocäne Schichtfolge durchsetzen. Mit der Entstehung dieser Torsionen und Querstörungen fällt die junge, vulkanische Tätigkeit im östlichen Mexico zeitlich zusammen.

Literatur.

1. Aguilera, Les volcans du Mexique. Compte-rendu du Congrès Géologique International. Mexico 1906.
2. E. Böse, Reseña acerca de la geología de Chiapas y Tabasco. Boletín del Instituto geológico de Mexico. No. 20. 1905.
3. — Guide des excursions du 10 Congrès Géologique International. L'Isthme de Tehuantepec. 1906.
4. — Orizaba and Santa Maria Tatetla. 1906.
5. — Neuere Beiträge zur Mexikanischen Kreide. 1910.
6. E. de Golyer, Oil in Tampico-Tuxpamregion. Economic Geology, Vol. X. No. 7. November-Dezember 1915.
7. — The Furbero Oilfield, Mexico. Bulletin of the American Institute of Mining Engineers. September 1915.
8. — The Significance of certain Mexican Oilfield Temperatures. Economic Geology. June 1918. Vol. XIII. No. 4.
9. R. E. Dickerson and W. S. W. Kew, The Fauna of a Medial Tertiary formation and the associated horizons of northeastern Mexico. Proceedings of the California Academy of Science, 4th series, Vol. 7 No. 5. July 1917.
10. E. T. Dumble, The occurrence of Petroleum in eastern Mexico as contrasted with those in Texas and Louisiana. American Institute of mining Engineers. Bulletin No. 104. August 1915.

11. E.T. Dumble, Some events in the Eocene History of the present coastal area of the Gulf of Mexico in Texas and Mexico. *The Journal of Geology*, Vol. No. 6. Sept.-Oct. 1915.
 12. — Problems of the Texas Tertiary sands. *Bulletin of the Geol. Soc. America*, Vol. 26. December 4, 1915.
 13. — Tertiary deposits of Northeastern Mexico. *Proceedings of the California Academy of Sciences*. December 31, 1915.
 14. V.R. Garfias, The Oilregion of Northeastern Mexico. *Economic Geology*, Vol. X. No. 3. April-May 1915 (with bibliography).
 15. — Effect of Igneous intrusions on the accumulation of oil in northeastern Mexico. *Journal of Geology*, Vol. 30. pag. 666.
 16. B. Hartley, The Petroleum geology of the Isthmus of Tehuantepec. *Economic Geology*, Vol. XII. No. 7. October-November 1917.
 17. L. G. Huntley, The Mexican Oilfields. *Transactions of the American Institute of Mining Engineers*. Sept. 1915 (with maps and sections).
 18. E. Ordoñez, The Oilfields of Mexico. *Bull. A. I. M. E. Okl.* 1914.
 19. J. D. Villarelo, Algunas Regiones Petroliferas de México. *Boletín del Instituto Geológico de México*, No. 26. 1908.
-