4. Ueber die tektonischen Verhältnisse der Republik Mexico.

Von Herrn Johannes Felix und Herrn Hans Lenk in Leipzig.

Hierzu Tafel XIX u. XX.

Von den beiden Hälften, in welche die breite Niederung des Mississippithales das nordamerikanische Festland theilt, besitzt nur die mächtigere Westhälfte eine ihrem orographischen Bau entsprechende Fortsetzung nach Süden über den 30. Breitegrad hinaus. Diese Fortsetzung ist sogar eine doppelte: sie besteht einmal in der langgestreckten Halbinsel Unter-Californien, welche durch den etwa 1000 km tief eingreifenden Meerbusen von Californien vom Festland abgetrennt ist, und ferner in einer gleichfalls halbinselartigen Landmasse, die, im Allgemeinen von trapezähnlicher Form, sich allmählich verschmälernd südwärts bis zum 16. Breitegrade hinabreicht und an ihrer Südostspitze durch den schmalen, kaum 200 km breiten Isthmus von Tehuantepec mit Centralamerika in continentaler Verbindung steht.

Ein verhältnissmässig kleiner Theil der Föderativ - Republik Mexico, nämlich die vier Staaten Tabasco, Campeche, Yucatan und Chiapas, liegt auf centralamerikanischem Gebiet; die weitaus grössere Hälfte — 23 Staaten mit dem Bundesdistrict und dem Territorium Baja California — gehört dagegen in geographischer Beziehung zu Nordamerika. Ausschliesslich auf dieses letztere Areal von rund 1 700 000 qkm Flächeninhalt beziehen sich die folgenden Bemerkungen, wenn auch, der Einfachheit halber, nur kurzweg von Mexico die Rede ist.

Der Charakter in der Bodengestaltung des westlichen Nordamerika bleibt sich vom 45. bis zum 19. Breitegrad hinab auffallend gleich. Die Hauptmasse des Continents bildet Hochland von relativ bedeutender Höhe über dem Meeresspiegel, im Innern von kleineren und grösseren Gebirgsketten durchzogen, nach Ost und West ziemlich steil zu Tieflandregionen abfallend. Im Westen findet sich diesen noch vorgelagert eine selbstständige Bodenerhe-

bung, die pacifische Küstenkette, deren südliche Verlängerung nach Gabb's Untersuchungen die Halbinsel Unter-Californien bildet[1]).

Die Uebereinstimmung der Querprofile durch das westliche Nordamerika etwa unter 40° n. B. und unter dem Wendekreis ist unter diesen Umständen eine ziemlich vollkommene. Der „coast range", die, wie eben erwähnt, in Unter-Californien ihre Verlängerung besitzt, folgt vom pacifischen Ocean her ostwärts das vom Sacramento- und San Joaquin River durchströmte Längenthal von Californien, dessen südliche Fortsetzung der californische Meerbusen darstellt. Jenseits dieser Mulde erhebt sich erst die binnenländische Hochlandmasse mit einer Breite von ca. 1400 km im Gebiet der Nordamerikanischen Union, bezw. 700 km in Mexico. Während jedoch in ersterem das Hochland an seinen beiden Rändern von ansehnlichen selbstständigen Gebirgen — der Sierra Nevada im Westen, den Rocky Mountains im Osten — überragt wird, liegen die Verhältnisse in Mexico nach dieser Richtung anders. Im Osten fehlt hier sogar ein derartiges Gebirge eigentlich vollständig; nur in der nördlichen Hälfte, d. h. nördlich vom Wendekreis entsteht durch die dichtere Aneinanderschaarung der sogleich zu erwähnenden Hügelketten, welche sich über dem Hochland selbst erheben, eine Art von Randgebirge. Die steilen Abhänge, mit denen im übrigen Mexico das Hochland zum mexicanischen Golf abfällt, zeigen allerdings einen, stellenweise fast grossartig zu nennenden Gebirgscharakter, der als die Veranlassung zu der landesüblichen Bezeichnung „Sierra madre oriental" betrachtet werden mag. In höherem Grade gerechtfertigt dagegen erscheint der Name „Sierra madre occidental" für die auf der pacifischen Seite auftretenden Bergzüge, welche das Hochland z. Th. in nicht unbeträchtlichem Maasse überhöhen. In diesem Sinne dürften sie allenfalls auch mit der Sierra Nevada in Parallele gestellt werden.

Um so grössere Aehnlichkeit zwischen Nord und Süd zeigt sich aber wieder im Charakter der Hochlandregion selbst. Wie in den Vereinigten Staaten, so durchziehen dieselbe auch in Mexico zahlreiche mehr oder weniger bedeutende Höhenzüge und theilen sie in eine Menge von Thälern und Thalbecken, welche im Unionsgebiete die bezeichnende Benennung „Basin region" veranlassten. Es ist indessen nicht zu übersehen, dass die im Innern Mexicos auftretenden Höhenzüge nur als Aequivalent, nicht als unmittelbare Fortsetzung der nordamerikanischen Basin ranges zu betrachten sind. Dazwischen liegt bekanntlich das ausgedehnte,

---

[1]) Gabb. Notes on the Geology of Lower California in Whitney. Geol. Calif., II. Append., p. 137—148.

im Allgemeinen vom Process der Gebirgsbildung unberührt gebliebene Coloradoplateau — eine an sich schon merkwürdige, bei der sonstigen Gleichartigkeit der orographischen Entwicklung nördlich und südlich davon aber doppelt räthselhafte Erscheinung.

Das mexicanische Hochland steigt im Allgemeinen von Norden nach Süden sanft und allmählich an und erreicht seine bedeutendsten Höhen in seinem südlichsten Theil, dem sog. Anahuac, etwa unter dem 20. Gr. n. B. (z. B. 2277 m bei Mexico, 2650 m in der Gegend von Toluca). Zwischen der nördlichen und südlichen Hälfte machen sich ausser dieser Höhendifferenz jedoch noch weitere, nicht zu übergehende Unterschiede bemerkbar; die Bergzüge und Hügelketten sind südlich des 25. Breitegrades nämlich viel zahlreicher wie nördlich desselben; sie zeigen weit unregelmässigeren Verlauf und bestehen — abgesehen von den auch hier nicht fehlenden Sedimentärgesteinen — grossentheils aus vulcanischem Material, und zwar sowohl aus älteren Porphyren als auch jüngeren, zumeist aber doch tertiären Eruptivmassen. Im Norden sind es dagegen vorzugsweise Kalkschichten der Carbon- und Kreideformation, deren Faltungen und Dislocationen zur Entstehung jener Bergketten geführt haben. Bei diesen letzteren gelangt aber die, zwar auch schon im Süden zuweilen erkennbare SO—NW-Richtung beinahe ausschliesslich zur Geltung. In demselben Sinne dehnt sich auch eine flach muldenförmige Einsenkung aus, welche ein wenigstens zeitweise abflussloses Gebiet im Centrum des mexicanischen Hochlandes bildet. Die Fläche desselben dürfte mit 20 000 qkm wohl nicht zu hoch geschätzt sein; seine tiefste Region ist der den Staaten Chihuahua, Coahuila und Durango angehörige Bolson de Mapimi: eine mit Salzseen und Sümpfen erfüllte Niederung, die auf eine Meereshöhe von 1000 m herabsinkt.

Nach Osten wie nach Süden fällt das mexicanische Hochland steil ab. Die nähere Betrachtung der localen Verhältnisse lässt keinen Zweifel darüber, dass diese Steilabfälle als der topographische Ausdruck zweier Bruchlinien anzusehen sind, welche für die Gestaltung dieses südlichsten Theiles von Nordamerika die grösste Bedeutung besitzen.

Die östliche Bruchzone verräth sich durch den scharf ausgeprägten Plateaurand und die verworrenen Lagerungsverhältnisse der an den schroffen Abhängen zu Tage tretenden Sedimentärgesteine. In SO—NW-Richtung verlaufend, lässt sie sich beinahe geradlinig ca. 1000 km weit verfolgen; der mexicanische Golf bildet das zu ihr gehörige Senkungsfeld. Nur im Süden zwischen Tehuacan und Jalapa weicht der Verlauf des Plateaurandes nicht unerheblich von der ihm sonst eigenen NW - Richtung ab; die

Steilheit des Abfalles ist jedoch die gleiche wie sonst auch. Zur Veranschaulichung möge das Profil No. 1 auf Taf. XX dienen, welches von Palmar im Staat Puebla über Orizaba nach Veracruz geführt ist; Profil No. 2 von Vegueria im Staate Coahuila über Saltillo und Monterey nach Carrizitos in Nuevo Leon gelegt, möge den Plateauabfall im Norden unter 25° n. Br. vor Augen führen.

Stellt der Abfall des mexicanischen Hochlandes auf der atlantischen Seite das Resultat eines Längsbruches dar, so haben wir in jenem nach Süden dagegen die Wirkungen eines transversalen Bruches. Dieser Querbruch durchsetzt Mexico zwischen dem 19. und 21. Gr. n. Br. in OSO—WNW-Richtung; längs desselben hat sich eine beträchtliche Verticalverschiebung der beiden durch ihn getrennten Festlandschollen vollzogen, indem die südliche eine ansehnliche Senkung — um etwa 1000 m — erfuhr, während die nördliche in ihrem Niveau verblieb oder vielleicht ein wenig nach aufwärts gepresst wurde.

Bevor wir uns jedoch zur Betrachtung der unmittelbar an dieser Transversalspalte sich darbietenden Erscheinungen wenden, mag ein Blick auf den südlich von derselben gelegenen Theil Mexicos gestattet sein. Die charakteristische Eigenthümlichkeit desselben bildet ein archäisches Kettengebirge, welches die Staaten Oaxaca, Guerrero, Michoacan und Colima parallel zur Küste des pacifischen Oceans durchzieht und passend als Küstencordillere bezeichnet wird. Zwischen dieser Küstencordillere, die in Oaxaca ihre bedeutendste Entwicklung aufweist, und dem mexicanischen Hochland liegt tief eingesenkt jene breite Thalmulde, welche vom Rio de las Balsas (auch Mezcal genannt) durchströmt wird und das zu jenem Transversalbruch gehörige Senkungsfeld darstellt. Nach Westen nimmt die Küstencordillere an Breite und Höhe ab; als ihre nordwestlich gerichtete Fortsetzung erscheint das die Staaten Jalisco, Durango, Sinaloa, Chihuahua und Sonora durchziehende Randgebirge, das, wie oben erwähnt als Analogon zur Sierra Nevada das mexicanische Hochland auf seiner Westseite begleitet. Weitere Untersuchungen müssen erst lehren, ob nicht im südwestlichen Jalisco eine Theilung der Küstencordillere eintritt und ein, allerdings grösstentheils versunkener Zweig sich vom Cap Corrientes über die Inseln „Las Tres Marias“ in die Halbinsel Baja California hinein fortsetzt.

Die bedeutsame Thatsache, dass Mexico von einer mächtigen Transversalspalte durchsetzt wird, ist im Princip zwar bereits von Humboldt erkannt worden; unser grosser Landsmann wurde auf die Annahme einer solchen durch die Anordnung der centralmexicanischen Vulcane in annähernd ost-westlicher Richtung geführt. Indessen ist für Humboldt diese Spalte lediglich eine

„Spalte vulcanischer Thätigkeit“ [1]); denn er lässt ihre Bedeutung für den Verlauf oder vielmehr für die Entstehung des eigenthümlichen Südrandes des centralmexicanischen Hochlandes vollständig unberücksichtigt.

Auch wir sind, wie aus dem früher Gesagten hervorgeht, durch unsere Beobachtungen zur Ueberzeugung von der Existenz einer derartigen Querspalte gedrängt worden. Allein nicht nur hinsichtlich der Wirkungen des Aufbruches derselben, sondern auch hinsichtlich ihres Verlaufes selbst weichen unsere Ansichten wesentlich von denen Humboldt's ab, insofern, als wir nicht, wie Humboldt — und nach ihm andere Forscher — die Lage der Vulcane Pic von Orizaba, Popocatepetl, Nevado de Toluca, Jorullo, Colima als maassgebend für die Richtung jener Bruchlinie halten, sondern vielmehr deren oberflächliche Andeutung in dem Verlauf des südlichen Plateaurandes und des dazugehörigen Steilabfalles für gegeben betrachten.

Ein Blick auf die beigegebene Kartenskizze Tafel XIX zeigt die principielle Verschiedenheit in den Anschauungen von uns und unseren Vorgängern; er lehrt aber auch ferner, dass wir nicht, wie Heilprin irrthümlicherweise meint, sämmtliche Vulcane in unmittelbare Beziehung zu jener Transversalspalte setzen wollen. Professor Angelo Heilprin, unter dessen Führung eine von der Academy of Natural Sciences in Philadelphia ausgesandte Expedition im Frühjahr 1890 sich der Erforschung des südlichen Theiles des mexicanischen Hochlandes widmete, berührt in einem Aufsatz: „The Geology and Palaeontology of the Cretaceous Deposits of Mexico“ [2]) auch unsere Darstellung von der vermuthlichen Bildungsweise des mexicanischen Hochlandes im Allgemeinen und der am Südrande desselben auftretenden Vulcane im Besonderen. Er sagt l. c., p. 464, nachdem er die südöstliche Richtung der Hügelketten von Tehuacan erwähnt hat: „The fact that these ridges pass for such long distances beyond the true edge of the plateau, and retain throughout a general parallelism of structure, is to me sufficient evidence that the plateau is not the result of uplift along an east-and-west line of faulting, such as has been assumed by Felix and Lenk, and which is made by these authors to conform with the (assumed) east-and-west fissure, upon which the principal volcanic vents — Orizaba, Popocatepetl, Nevado de Toluca, Jorullo — are supposed to stand.“

---

[1]) Kosmos, IV, p. 312.

[2]) Proceed. of the Academy of Nat. Sc. of Philadelphia, 1890, p. 445 ff.

Dagegen heben wir in der Einleitung zum I. Theil unserer Beiträge zur Geologie und Palaeontologie der Republik Mexico, p. 6 u. 7 ausdrücklich hervor, dass neben den Vulcanen, welche sich über der Hauptspalte selbst erheben, noch eine Anzahl von Vulcanen zu unterscheiden ist, die sich über Nebenspalten aufgethürmt haben, welche in mehr oder weniger rechtem Winkel von jener abzweigen. In eine dritte Gruppe haben wir ferner a. a. O. diejenigen Vulcane vereinigt, welche sich südlich dieser Transversalspalte finden und in einer vierten schliesslich die auf dem Hochland regellos zerstreuten vulcanischen Bildungen zusammengefasst.

Die Annahme einer Transversalspalte bildet den Kernpunkt in unserer Auffassung von der Tektonik des mexicanischen Hochlandes in seinem südlichsten Theile. Da Heilprin geneigt zu sein scheint, die Existenz einer solchen Dislocationszone überhaupt gänzlich in Abrede zu stellen, so mag es gestattet sein, im Folgenden ausführlicher auf die Erscheinungen hinzuweisen, welche bei der Bildung unserer Anschauung maassgebend gewesen sind.

Vor Allem ist der steile Abfall des mexicanischen Hochlandes nach Süden, der sich zwischen 101° — 107° westl. v. Paris auf eine Erstreckung von ca. 750 km verfolgen läss, eine Thatsache, die wir ausschliesslich durch die Annahme einer weitgehenden Dislocation zu erklären vermögen. Ferner zeigen die im Allgemeinen in O-W streichenden Sedimentärgesteine, soweit sie nicht unter Eruptivmassen verborgen sind, beträchtliche Lagerungsstörungen, Verwerfungen, steile Aufrichtung, mitunter auch Faltungen — Phänomene, aus denen zur Evidenz hervorgeht, dass wir hier einer Region gegenüberstehen, welche in eminenter Weise gebirgsbildenden Processen unterworfen war. Die Profile No. 3, 4 und 5 auf Tafel XX unter verschiedenen Längegraden in meridionaler Richtung durch diese Zone gelegt, dürften in überzeugender Weise den Plateauabfall nach Süden zur Darstellung bringen.

Verschieden hiervon sind dagegen die Verhältnisse östlich vom Popocatepetl (101° westl. v. Paris) im Staate Puebla. Hier sucht man vergeblich nach einem im Terrain scharf hervortretenden Plateaurand und nach dem dazugehörigen Steilabfall; wer die Oberflächengestaltung Mexicos nur aus diesem Gebiete kennt, der wird allerdings keine richtige Vorstellung von den tektonischen Verhältnissen des Anahuac, geschweige denn von der Bedeutung, ja man kann sagen von der Existenz jener transversalen Bruchlinie gewinnen. Der Grund hiervon liegt in dem Umstand, dass das mexicanische Centralplateau hier noch in inniger Verbindung steht

mit einem mächtigen Gebirgsmassiv, nämlich der hier zum Hochland von Oaxaca verbreiterten, grösstentheils archäischen Küstencordillere, von der bereits oben kurz die Rede war; dass mit anderen Worten, die Bildung der Bruchspalte — deren Fortsetzung sich ja wohl durch zahlreiche kleinere vulcanische Durchbrüche verräth — hier nicht, wie weiter westlich, zu einer bemerkenswerthen Verticalverschiebung, bezw. Verwerfung geführt hat. Für die Gliederung des Hochlandes von Oaxaca, wenigstens für dessen nördlichem Theil, sind nicht ost-westliche Dislocationen, sondern vielmehr solche in SO—NW-Richtung bestimmend gewesen. Diese Richtung ist aber dieselbe, welche auch dem oben erwähnten Längsbruche am Ostrande des Continents eigen ist. Es erscheint daher zweifellos berechtigt, die tektonischen Verhältnisse des nördlichen Oaxaca und südlichen Puebla der Hauptsache nach mit jenen Dislocationsursachen in Zusammenhang zu bringen, welche die grosse Verwerfung an der Golfseite hervorgebracht haben.

Der Aufbruch der Transversalspalte hat tief eingreifende Wirkungen auch auf die beiden durch sie getrennten Schollen im Gefolge gehabt: eine Art von Zerstückelung derselben, besonders der nördlichen, durch die Bildung von zahlreichen secundären Spalten, die, wie die Hauptspalte selbst, vulcanischen Massen zum Austritt gedient haben. Entsprechend dem Verlauf des Plateaurandes zieht quer durch Mexico eine bald breitere, bald schmälere Zone von vulcanischen Gebilden, welche die Sedimentärgesteine des Plateau von jenen des abgesunkenen Theiles trennen. Das wiederholte und massenhafte Emporquellen eruptiver Magmen hat hier eine deutlich wahrnehmbare Erhöhung des Plateaurandes bewirkt, welche im gewissen Sinne die Rolle einer Wasserscheide spielt[1]). Sporadisch dagegen vertheilt und nach Norden an Häufigkeit abnehmend, finden sich vulcanische Bildungen im Innern des Hochlandes. Die vulcanische Thätigkeit scheint sich hier meist auf eine oder wenige Eruptionen beschränkt zu haben; ihre Producte: zahlreiche Kegel und Kuppen, verleihen heutzutage im Verein mit den aus geschichteten Gesteinen bestehenden Hügelketten der mexicanischen Hochebene ihr eigenthümliches belebtes Aussehen. Dauernde Essen haben sich jedoch nur über der Hauptspalte und den ihr zunächst liegenden Nebenspalten gebildet. Eine gewisse Gesetzmässigkeit dieser letzteren Nebenspalten liegt darin, dass sie meist in einem Winkel, der mehr oder weniger einem rechten sich nähert, zur Hauptspalte verlaufen. Die vulcanischen Massen, die sich über ihnen aufthürmten, greifen daher

[1]) Vergl. die Profile No. 3, 4 und 5 auf Tafel XX.

als gewaltige Felsmauern in das Anahuac ein, den südlichsten Theil des Hochplateau in eine Anzahl von Thälern zerlegend. Die am deutlichsten ausgebildeten Thalbecken dieser Art, welche die Städte Mexico und Toluca bergen, hat man von jeher als Thäler von Mexico bezw. Toluca bezeichnet. Analog diesen beiden haben wir das zwischen dem Bergrücken Popocatepetl - Iztaccihuatl, der die Ostgrenze des Thales von Mexico bildet, und dem am Ostrand des Plateau sich erhebenden Vulcanzug Pic von Orizaba-Cofre de Perote gelegene Gebiet als Thal von Puebla bezeichnet. Bisher wurde der Begriff „Thal von Puebla" allerdings wesentlich enger gefasst, nämlich auf die vom Rio Atoyac durchströmte Thalniederung beschränkt, in welcher die Stadt Puebla de los Angeles selbst liegt. Indessen schien uns kein Bedenken gegen die Erweiterung dieser Bezeichnung in dem angegebenen Sinne zu bestehen, da zwischen jenen beiden Vulcanreihen kein weiterer meridional gerichteter vulcanischer Felsrücken im Terrain die Existenz einer weiteren Nebenspalte verräth.

Wie die Hauptspalte, so gaben auch die meridionalen Nebenspalten, von denen sich ausser den erwähnten weiter westlich noch einige bedeutendere nachweisen lassen, zu Verticalverschiebungen, allerdings in weit geringerem Maassstabe, Veranlassung. Es liegt nahe, die nicht unbeträchtlichen Niveauunterschiede zwischen den Thälern von Toluca (2600 m), Mexico (2270 m) und Puebla (2000 m) auf Verwerfungen zurückzuführen, welche sich entlang den sie trennenden Nebenspalten vollzogen haben. Obgleich sich wegen des gänzlichen Mangels an Aufschlüssen in den unter einer mächtigen Decke von quartären und tertiären Sedimenten verborgenen Gliedern älterer Formationen der stricte Beweis für eine solche Auffassung bis jetzt nicht führen lässt, so spricht doch die Wahrscheinlichkeit im höchsten Grade für dieselbe.

Auch in Bezug auf ihre horizontale Erstreckung stehen die Nebenspalten bedeutend hinter der Hauptspalte zurück. Während wir die letztere über 750 km weit zu verfolgen im Stande sind, deuten die Erscheinungen, aus welchen das Vorhandensein von Nebenspalten zu schliessen ist, nur auf geringe Distanz, höchstens 100—150 km weit in das Innere des Plateau hinein. Als solche Erscheinungen betrachten wir die nordwärts erfolgende Abnahme in den Niveaudifferenzen der Anahuacthäler, dann aber auch die conform damit verlaufende Erniedrigung der jene Thäler von einander trennenden vulcanischen Höhenrücken, deren Dimensionen offenbar in einem directen Verhältniss zur jeweiligen Beschaffenheit der betreffenden Spalte stehen.

Es ist leicht einzusehen, dass der Schauplatz intensivster,

vulcanischer Thätigkeit in der Regel dort zu suchen ist, wo sich verschiedene Spaltensysteme kreuzen; in unserem Falle, wo die meridionalen Nebenspalten mit der aequatorialen Hauptspalte zusammentreffen. Solche Punkte stellen der Popocatepetl und der Ajusco bei Mexico, ferner der Nevado de Toluca dar, mächtige Stratovulcane, deren Krater bis in die geologische Neuzeit herein zu Paroxysmus-Eruptionen dienten.

Dagegen erhebt sich der, den neuesten Messungen[1]) zufolge höchste Vulcangipfel Mexicos, der Pic von Orizaba in ziemlicher Entfernung von der Hauptspalte über einer Nebenspalte. An der Stelle, wo sich diese beiden Dislocationslinien vermuthlich schneiden, d. h. in der Gegend von Tehuacan, findet sich allerdings kein Vulcan von Wichtigkeit; auch im Terrain sind wegen des Zusammenhanges des Centralplateau mit dem Gebirgsland von Oaxaca hier keine auffallenden Unregelmässigkeiten bemerkbar. Dafür gehören aber der Pic von Orizaba und der ihm benachbarte Cofre de Perote einer Region an, welche durch die Kreuzung einer meridionalen (Neben-) Spalte mit dem grossen Längsbruche auf der atlantischen Seite nicht minder beträchtlichen Dislocationen ausgesetzt und für den Durchbruch vulcanischer Massen daher in hohem Grade prädestinirt erscheint. Wie beim Südabfall bilden auch hier die Eruptivgebilde den Rand des Hochlandes, während an dem steilen Abhang gegen den Golf hinab sedimentäre Gesteine in vielfach geknickten und gestauchten Lagerungsformen zu Tage treten (vergl. Taf. XX, Profil No. 1). Die Thatsache nun, dass der Ostabfall des Plateau hier auf die Strecke von ca. 120 km von der ihm sonst eigenen NW - Richtung abweicht und eine fast nordnordöstliche einhält, gewährt vielleicht einen Anhaltspunkt für die Annahme, dass dieser Längsbruch im Allgemeinen erst nach der Bildung dieser Nebenspalte und ihrer Ausfüllung durch vulkanische Massen entstanden sei; bei der Abhängigkeit der Nebenspalten von der Hauptspalte würde sich demnach für den Längsbruch auch ein geringeres Alter gegenüber dem Transversalbruche ergeben.

Von den weiter westlich liegenden Nebenspalten verrathen sich in deutlichster Weise, namentlich jene beiden, welche durch die Anhäufung vulcanischen Materiales zur Bildung des Thales von Mexico Anlass boten. Die Stelle, wo die östliche derselben die Hauptspalte schneidet, ist durch den 5341 m hohen Popocatepetl gekennzeichnet; an ihn schliessen sich nordwärts, eine mäch-

---

[1]) A. Heilprin. Barometric observations among the high volcanoes of Mexico etc. Proceed. Acad. of Nat. Scienc., Philadelphia 1890, p. 262.

tige vulcanische Mauer bildend, der Iztaccihuatl und die Cerros Telapon, Tlaloc und Tlamacas an. Westlich von Mexico ist es der Zug des Monte de las Cruces, der an den Ajusco sich ansetzt und sich in Gestalt des Monte alto und Monte bajo etwa 70 km in das Plateau hinein erstreckt.

Auch bei Toluca zeigt ein nördlich vom Nevado vorgreifender Zug vulcanischer Rücken eine, allerdings nicht sehr bedeutende, Nebenspalte an. Weiter westlich dagegen liegen die Verhältnisse nicht mehr so klar wegen des Auftretens überaus zahlreicher vulcanischer Höhenzüge, welche keine bestimmte Gruppirung erkennen lassen; doch glauben wir auch hier die vulcanischen Rücken, welche vom Plateaurand zum Vulcan de San Andres, ferner vom Patamban zum Vulcan de Zamora und von der Bufa de Mascota zum Ceboruco verlaufen, als die Wirkungen nordnordöstlicher Seitenbrüche deuten zu dürfen.

Was den Vulcan von San Andres Tuxtla im Staate Veracruz betrifft, so müssen wir, da uns selbst ein Besuch dieses Gebietes nicht vergönnt war, vorläufig davon absehen, einer bestimmten Meinung über seine Stellung Ausdruck zu geben. Schwierig erscheint es auch, die südlich von der Hauptspalte auftretenden Vulcane Colima, den Pic de Tancitaro und den Jorullo mit dieser in Beziehung zu setzen. Der Vulcan von Colima mit dem ihm nördlich benachbarten kleinen Apastepetl, der Tancitaro mit dem Patamban und der Jorullo mit der Vulcangruppe von Patzcuaro in Verbindung gebracht, würden zwar in gleicher Weise auf Nebenspalten deuten, die in demselben (NNO) Sinne sich annähernd rechtwinklig mit der Hauptspalte schneiden, wie es jene im Bereich des Plateau thun. Doch bedarf es hier noch näherer Untersuchungen. Dass die Verlängerung der vom Tancitaro zum Patamban gezogenen Linie nach Norden genau die Vulcangruppe von Zamora trifft, ist indessen wohl mehr ein Zufall.

Für die Thatsache, dass die benachbarten Vulcane eines Vulcangebietes durchaus nicht immer auf der Hauptspalte selbst, sondern auch auf Querspalten stehen, dafür bieten sich Beispiele in den nahegelegenen Gebieten von Guatemala und San Salvador. Die Untersuchungen von Dollfuss und Montserrat [1]) haben gezeigt, dass die Vulcane Amaya, Cuma, Sta. Catarina, Monte Rico und Ipala in einer Reihe hinter einander liegen, welche senkrecht verläuft zur Richtung der Guatemala in SO—NW-Richtung durchsetzenden Haupt-Vulcanspalte, dass ferner der Vulcan de Fuego bei Antigua Guatemala, der Vulcan von Amatitlan und der Cerro

---

[1]) Dollfuss et Montserrat. Voyage géologique dans les Republiques de Guatemala et de Salvador. Paris 1868.

Quemado de Quezaltenango ihre Eruptivcentra stets in einer Richtung verschieben, welche gleichfalls ungefähr senkrecht auf jener Hauptspalte steht.

Auf Sumatra wiederholt sich das gleiche Verhältniss. Auch hier liegen nach Carthaus[1]) die Vulcane z. Th. auf Querspalten, die jene mächtige Hauptspalte kreuzen, welche, wie die übrigen grossen Inseln des ostindischen Archipels, so auch Sumatra der Länge nach durchzieht.

Wenn also Heilprin auf die Wichtigkeit von ungefähr N-S verlaufenden Bruchspalten im südlichen Theile des mexicanischen Hochplateau hinweist, indem er an der bereits citirten Stelle fortfährt: „The plateau, in this part at least, represents compressional uplift, in which an east-and-west thrust has produced a series of folds running in a direction more or less at right angles to this line. The inequalities or saddles of folding have been largely filled in through volcanic and fissure discharges, which have thus mainly been instrumental in shaping the existing physiognomy of the plateau“ — —, so befindet er sich in völliger Uebereinstimmung mit uns, insofern wir bereits in der Einleitung zu dem 1. Theile unserer „Beiträge“ deren Bedeutung für die Vertheilung der Vulcane hervorgehoben haben; wir zweifeln nicht, dass eine abermalige genaue Durchsicht der betreffenden Seiten das Missverständniss beseitigen wird, dass wir dort die Behauptung aufgestellt hätten, sämmtliche Vulcane des südlichen Mexico liegen auf einer O—W-Spalte. Dahingegen können wir nicht ohne Weiteres seiner Anschauung im Allgemeinen beipflichten, dass diese meridionalen Brüche das Resultat einer intensiven Faltung, welche durch ost-westlich wirkenden Druck hervorgerufen wurde, darstellen.

Was die Gegend von Tehuacan anlangt, so mag dies dort thatsächlich der Fall sein, da der östliche Theil des Staates Puebla sich unmittelbar am Plateaurande am atlantischen Abfall befindet und vielleicht von kleinen Faltungen betroffen wurde, welche wohl nur selten bei solch' grossartigen Dislocationen fehlen, wie der Abbruch des Hochlandes im Osten eine solche darstellt. Indessen zeigen die Hügelketten, welche das Hochthal von Puebla durchziehen und in drei lang gestreckte Becken gliedern, erst in ihren östlichsten Theilen eine merkliche Ablenkung nach Süden von der sie sonst beherrschenden WNW—ONO-Richtung. Eine Verallgemeinerung des Faltungsphänomens erscheint uns aber bei der hervorgehobenen Unsichtbarkeit der Sedimentärgesteine in der

[1]) E. Carthaus. Aus dem Reich von Insulinde. Sumatra und der malaische Archipel, Leipzig 1891, p. 230.

unmittelbaren Nähe jener meridionalen Brüche noch einer genügenden Begründung zu entbehren; die Betrachtung jener Spalten als einfache Verwerfungsspalten erscheint uns, wie bereits oben erwähnt, einfacher und naheliegender.

Zu den drei Erscheinungen, welche wir bisher als im engsten genetischen Zusammenhang mit der Bildung jener transversalen Hauptspalte stehend kennen gelernt haben, nämlich die Verwerfung der beiden durch die Spalte entstandenen Schollen, der steile Abfall des Hochplateau nach Süden und die Vulcanreihen über der Haupt- und über den Nebenspalten tritt nun noch eine weitere vierte, welche in Bezug auf die Hauptspalte gleichfalls ein secundäres Phänomen ist: nämlich eine im südlichen Theile des Hochplateau parallel mit der Richtung der Hauptspalte laufende Seenreihe.

Es ist oben geschildert worden, wie die über den Nebenspalten aufgethürmten vulcanischen Massen in Verbindung mit der Hauptvulcanreihe eine Anzahl von weiten, nischenartigen Thalungen erzeugten. Besonders scharf und deutlich sind diese in der östlichen Hälfte des Plateau ausgebildet, wo sie als Valle de Toluca, V. de Mexico und V. de Puebla bezeichnet werden. In allen jedoch haben ungeheure Massen von vulcanischem Material, Lavaströme wie Tuffe, manche Flächen förmlich umdämmt und auf diese Weise Veranlassung gegeben zur Bildung von Becken, in welchen sich Quell- und atmosphärische Wasser sammeln konnten. Oft sind diese Becken abflusslos wie z. B. einige im Valle de Mexico, an dessen künstlicher Entwässerung daher seit den Zeiten der spanischen Occupation gearbeitet wird. Bisweilen ist der Abfluss einu nregelmässiger, indem er nur dann eintritt, wenn das Wasser in der nassen Jahreszeit beträchtlich gestiegen und ein gewisses Niveau erreicht hat. In Folge dieser Eigenthümlichkeit ist ein grosser Theil der Seen jenes Landstriches salzig und auch da, wo sich im Laufe der Zeiten ihr Umfang allmählig reducirt hat, bleiben doch die trocken gelegten Ränder unfruchtbar, da der ganze Boden mit Salzen durchtränkt ist.

Die angedeutete Art der Entstehung dieser Seen erklärt auch gleichzeitig, warum viele dieser Seen so ausserordentlich seicht, alle im Verhältniss zu ihrer Grösse mindestens relativ seicht sind. Sie stehen auch in dieser Hinsicht ganz im Gegensatz zu den alpinen Seen, trotzdem ihre Umgebungen in Folge der hohen, z. Th. bekanntlich schneebedeckten Vulcangipfel oft an alpine Natur erinnern.

Diese letzt' erwähnte Eigenschaft der Seen ist besonders auch in meteorologischer Hinsicht wichtig. Denn diese seichten Seen bieten der Atmosphäre eine im Verhältniss zu ihrem Cubik-

inhalt ausserordentlich ausgedehnte Oberfläche dar. Es wird hierdurch und durch die Trockenheit der Atmosphäre selbst eine ungewöhnlich starke Verdunstung hervorgerufen. Diese ermöglicht es, dass abflusslose Seen, welche gar nicht unbeträchtliche Zuflüsse empfangen, trotz derselben in der trockenen Jahreszeit ihr Niveau entweder nicht verändern oder sogar dasselbe verringern.

Es mag schliesslich noch erwähnt werden, dass sehr viele dieser Wasserbecken länglich gestreckt sind und ihre längere Axe dabei ungefähr W-O verläuft. In Folgendem geben wir eine Uebersicht über die wichtigsten dieser Seen. Scheint eine solche auch mehr in den Rahmen einer geographischen Arbeit zu gehören, so ist doch die Kenntniss der Beschaffenheit der Ufer, des Salzgehaltes des Wassers und der Tiefe dieser Seen auch für den Geologen von Wichtigkeit. Freilich bringt die z. Th. noch sehr mangelhafte Kenntniss dieser Seen es mit sich, dass die Angaben in Bezug auf die erwähnten Punkte durchaus nicht in jener Vollständigkeit gegeben werden können, als es erwünscht wäre. — Die Wanderung durch den Seenstreifen im Westen beginnend, trifft man südlich von Compostela im District Tepic auf den kleinen See von Zapotan, sodann zwischen dem nach Barcena basaltischen Vulcan Ceboruco (2164 m) bei Ahuacatlau (1003 m) und dem erloschenen nach Galeotti gleichfalls basaltischen Vulcan Cerro grande bei Tequila (1213 m) die Laguna de la Magdalena, einem nach der an seinem NO - Ufer liegenden Ortschaft gleichen Namens genannten See. Die Meereshöhe der letzteren beträgt 1401 m, die des Sees 1396 m. Er liegt im District Tequila des Staates Jalisco. Südlich davon, im District Ameca, findet sich östlich der gleichnamigen Districtshauptstadt ein weiterer See. Südöstlich von Guadalajara trifft man in einer Meereshöhe von ca. 1385 m auf den riesigen See von Chapala, z. Th. dem Staate Jalisco, z. Th. dem Staate Michoacan angehörig und nach der an seinem steilen, felsigen Nordufer gelegenen Stadt Chapala genannt. Eine Anzahl kleinerer Seen umgeben ihn. Sein Umfang beträgt etwa 226 km, seine Länge 92 km, die grösste nord-südlich verlaufende Breite zwischen Chapala und einer Stelle zwischen den Dörfern Tuzcueca und Tizapan 27,2 km; die Oberfläche wird mit rund 1700 □km angegeben[1]). Was die Tiefe des Sees anlangt, so wechselt dieselbe bei der Regelmässigkeit der tropischen Regenzeit natürlich mit den Monaten. Im August erreicht das Wasser seinen höchsten Stand und es ergeben sich denn nach den Messungen von Narvaez folgende Tiefen. In dem

[1]) Boletin de la Soc. de geografia y estad. de la Rep. Mexic., Epoca I, T. 5, p. 154 nebst einer Karte von Narvaez. Mexico 1857.

westlichsten Theile, gegenüber dem Orte Jocotepec beträgt sie nahe am Ufer 4,20—4,60 m, im nordöstlichsten Theil, zwischen dem Ein- und Ausfluss des Rio de Lerma, nur bis 3,40 m, eine Thatsache, welche entschieden der Erhöhung des Seebodens durch die Absätze zugeschrieben werden muss, welche der Rio de Lerma verursacht. In der centralen Partie des Sees, welche im Ganzen genommen auch die tiefste Partie darstellt, findet sich ziemlich constant eine Tiefe von 10,10 — 10,90 m. Die grösste Tiefe findet sich im westlichsten Theile des Sees, südsüdwestlich von Agigigua mit 12,60 m. Die zweittiefste Stelle, südöstlich der Isla de Mezcala, mit 11,80 m. Zwischen dem Ort Mezcala und der Isla de Mezcala beträgt die tiefste Stelle 8,40 m, zwischen letzterer Insel und der Isla de Chapala 10,90 m. In den Monaten April oder Mai erreicht das Wasser seinen niedrigsten Stand, welcher von dem angeführten der Regenzeit durchschnittlich um 1,45 m differirt[1]). Aus den Gewässern des Sees erheben sich mehrere Inseln, von denen die zwei grössten die von Indianern bewohnten Isla de Mezcala und Isla de Chapala sind. Sein Wasser ist süss, klar und fischreich. An seiner Ostseite, bei La Barca, ergiesst sich der Rio de Lerma in ihn, durchfliesst ihn jedoch nicht der Länge nach, sondern tritt bereits an dem Nordufer des Sees bei Ocotlan nur 20 km von seiner Einmündung entfernt, wieder aus ihm heraus, wird dann als Rio Grande de Santiago bezeichnet und ergiesst sich bei San Blas in den pacifischen Ocean. Die West- und Ostufer des Sees sind flach; zwischen Iiquilpan und dem jetzigen Seeufer fand Hesse - Wartegg (l. c., p. 305) eine „ausgedehnte grüne Ebene, wohl einstigen Seeboden“, welche sich z. Th. sumpfig und schilfbedeckt dem Ostufer des Sees viele Kilometer weit bis über La Barca hinaus entlang zieht. Es ist daher möglich, dass sein Umfang früher grösser war, wie das für andere mexicanische Seen bereits sicher nachgewiesen ist. Wahrscheinlich bildete er in der Diluvialzeit mit den benachbarten kleineren Seen von Atotonilco, Zacoalco und Sayula ein riesiges Wasserbecken. Was die geologische Beschaffenheit der Umgebungen des Sees anlangt, so verdankt man auch darüber Galeotti interessante Mittheilungen. Weit verbreitet sind jungvulcanische Gesteine, z. Th. wohl Basalte. Stellenweis werden sie bedeckt von einem peperinähnlichen Tuff. Ihre Unterlage bilden quarzhaltige, porphyrische Gesteine von röthlicher, violetter oder grünlicher Farbe; bei San Antonio, west-

[1]) Hesse-Wartegg (Mexico, Land und Leute, p. 308) berichtet, dass der See an manchen Stellen südlich von Chapala gegen 200 m tief sein solle. Statt dessen ist wohl 20 m zu lesen, da dieser Werth sich auch bei Galeotti angegeben findet.

lich von Chapala, sollen diese letzteren einige Silbergänge enthalten, bei Agigigua (oder Ajijic), westlich San Antonio, Gänge von Kalkcarbonat mit eingesprengten Bleiglanz. Beide, sowohl die porphyrischen wie die jüngeren basaltischen Gesteine, durchsetzen einen Kalkstein von, wie wir vermuthen, cretaceischem Alter. Er ist in Bänke von 60—100 cm Mächtigkeit gesondert, welche unter 10—30° nach Norden einfallen. Von organischen Resten finden sich im Kalk nur Spuren von Korallen und Ammoniten, schmale Gänge von Kalkspath durchsetzen ihn. Bei Chapala, wie an zahlreichen anderen Orten des Districtes Guadalajara entpringt ferner eine Thermalquelle von 40° C. In der Nähe derselben bei Chapala finden sich Adern von grauen und gelblichen Gyps, welche wohl durch eine Zersetzung des Kalksteines durch vulcanische Dämpfe entstanden sind. Die Thalebenen zwischen den Gebirgszügen zwischen Tlachichilco und Chapala zeigen unter der oberflächlichen Humusschicht Lagen von thonigem Sand, von Thon und von Geröllen. In diesem Schichtencomplex fand man mehrfach Knochen von *Mastodon* und *Elephas*. Die meisten zerfielen an der Luft in weisses Pulver, bei einzelnen war die Markhöhlung mit Quarzsand und Kieselfragmenten ausgefüllt und der Knochen selbst begann zu verkieseln, am seltensten waren sie äusserlich intact und nur braun gefärbt. Zusammen mit diesen Knochen traf man auf Stammfragmente von dicotylen Bäumen, theilweise noch mit Zweigen und Wurzeln. Jene Lager sind daher z. Th. wohl als alte Flussschotter zu betrachten. Sie liegen 8 — 9 m über dem Seeniveau. In den engen Barrancas nördlich des Oertchens Sta. Cruz nordöstlich von Chapala trifft man sogar in jenem Schichtencomplex ganze, noch bewurzelte Stämme aufrecht stehend an.

Was schliesslich die Isla de Chapala anlangt, so erhebt sich der westliche Theil 15—18 m über den Seespiegel und ist stark bewachsen. Im östlichen Theil beobachtete Galeotti eine Art Mandelstein mit Achatmandeln, Adern von grünem Jaspis und Höhlungen mit Albit ausgekleidet. Die Isla de Mezcala ist 1676 m lang, 754 m breit und 32 m über dem Seespiegel hoch.

Südwestlich von dem Lago de Chapala liegt in einer weiten, flachen, theils von vulcanischen, theils von Kalkbergen begrenzten Thalebene die sumpfartige Lagune von Sayula oder Atoyac[1]) in etwa 1384 m Meereshöhe. Ihr Wasser ist trübe. In der trockenen Jahreszeit von Anfang October bis Anfang Juni verschwindet

---

[1]) Hernandez y Dávalos. Materiales para un diccion. geogr. estad. histor. y biograf. del Estado de Jalisco, Boletin de la Soc. de geogr. y estad. de la Rep. Mexicana. Epoca II, T. 3, p. 177—203.

es bis auf geringe Reste und lässt salzartige Krusten zurück, welche von Alters her gesammelt und wie im übrigen Mexico als Tequesquite bezeichnet werden. In Sayula benutzt man sie namentlich zur Seifenfabrication. Bei Besprechung des Lago de Texcoco wird Gelegenheit sein, auf diese interessanten Salzabsätze zurückzukommen.

Nördlich des genannten Sees liegen die beiden gleichfalls salzhaltigen Lagunen von Zacoalco und Atotonilco, nordöstlich der letzteren diejenige von Cuescomatitlan. Auch in der Nachbarschaft dieser sämmtlichen Lagunen sind Reste von *Elephas* gefunden worden. Ueberhaupt scheint diese Gattung in der jüngeren Pliocän- und in der Diluvialzeit über ganz Mexico verbreitet gewesen zu sein. Zu den bisher bekannten Fundorten ist letzthin abermals ein neuer hinzugetreten, indem von Bolland[1]) Molaren-Fragmente von „El Rosario" im Staat Sinaloa beschrieben worden sind.

Südlich des östlichsten Theiles des Lago de Chapala, nordwestlich von dem grossen Vulcan Patámban (3749 m) trifft man im District Jiquilpan des Staates Michoacan auf die beiden Seen von Cotija und die von Tacáscuaro. Alle vier liegen in einer von WNW nach OSO laufenden Reihe. In gleicher Richtung fortschreitend, trifft man auf den pittoresk gelegenen See von Pátzcuaro, von allen Reisenden berührt, welche von Mexico den Jorullo besuchen. Er trägt seinen Namen von dem ungefähr an der Mitte seines Südufers in einer Meereshöhe von 2202 m gelegenen Ort Pátzcuaro, Hauptstadt des gleichnamigen Districts des Staates Michoacan. Sein Spiegel liegt 97 m tiefer als das mittlere Niveau der Stadt. Nach den Messungen, welche Hesse-Wartegg (l. c., p. 290) vornahm, hat der See eine grösste Länge von 32 km in west-östlicher Richtung und eine Breite von 15 bis 20 km, nach dem Atlas mexicano von Garcia Cubas beträgt die Länge 26 km und die grösste Breite 11 km. In seiner östlichen Hälfte schiebt sich eine felsige Halbinsel weit in den See hinein und theilt seine Wasserfläche in 2 Buchten, welche beide in mehrere Kilometer grosse, schilfbedeckte Sümpfe verlaufen. Die übrigen Ufer sind meist felsig und nur längs des Südufers bei Pátzcuaro giebt es noch einige sumpfige Uferstellen. Die südliche Hälfte des Sees ist auch die seichtere. Hesse-Wartegg fand die Tiefe zwischen Pátzcuaro und der etwa die Mitte des Sees einnehmenden Insel Xanicho, zwischen 3 und 5 m schwankend, weiter gegen die Nordufer jedoch 10—22 m. Der neben-

---

[1]) Mittheil. des deutsch. wiss. Vereins in Mexico, Bd. I, Heft 3, p. 66, Mexico 1891.

bei bemerkt sehr fischreiche See enthält neben 8 grösseren Inseln noch zahlreiche kleinere, welche zumeist nur nackte Felsen darstellen. Fünf der Inseln sind bewohnt, nämlich Xanicho, Xaracuaro, Pacanda, Tecuen und Yuguan. Nach Aussage dieser indianischen Inselbewohner ist der Seespiegel — im Gegensatz zu allen anderen mexicanischen Seen — im Steigen begriffen: eine Erscheinung, welche auch Hesse - Wartegg durch eigene Beobachtungen (1888) bestätigen zu können glaubt. Bei der Lage des Sees in einem, man könnte fast sagen kesselartigen Thalbecken wäre allerdings die Möglichkeit nicht ausgeschlossen. Bei seinem Inselreichthum und seiner Umrahmung durch herrliche Gebirgsformen meist vulcanischen Ursprungs, wie z. B. den bei Pátzcuaro sich erhebenden Monte Calvario, dürfte er wohl der schönste See der mexicanischen Republik sein, wie auch v. Humboldt von ihm sagt: „Un des sites les plus pittoresques que je connoisse dans les deux continens.“

Nördlich dieses Sees, durch die Sierra de Comanja von ihm getrennt, liegt die kleine Laguna de Tecacho und die ansehnliche Laguna de Zipimeo, südsüdwestlich von ihm der kleine See von Zirahuen. Der grösste See des Staates Michoacan ist der Lago de Cuitzeo, in einem Landstrich durchaus vulcanischer Natur, in einer Meereshöhe von 1868 m gelegen. Er ist schmal und lang. Seine Längsaxe verläuft fast genau W-O, und beträgt etwa 53 km, seine grösste Breite nach Garcia Cubas 12 km, nach Hesse Wartegg 18 km. Letzterer giebt seine Oberfläche zu 700 □km an. An dem nördlichen, auch von höheren Gebirgszügen eingefassten Ufer ist der See tiefer als am südlichen, wo seine Tiefe bis gegen die Mitte zu kaum 2 m übersteigt; dagegen soll sie in der nördlichen Hälfte 5—10 m betragen, immerhin eine sehr geringe Tiefe für ein so gewaltiges Wasserbecken. Der See hat keinen Abfluss und ist daher salzig; aus ihm erheben sich mehrere Inselchen, von denen indess nur eine bewohnt ist.

Nördlich von ihm liegt im District Yuriria des Staates Guanaxuato in einer Meereshöhe von etwa 1780 m der Lago de Yuriria. Die Längenerstreckung desselben läuft ebenfalls in westöstlicher Richtung und beträgt ca. 16,2 km, die mittlere Breite 6 km. Südöstlich von ihm findet sich in demselben District noch ein kleinerer See bei Maravatio. — Es folgen sodann die Seen in der Gegend von Toluca. Zwei kleinere Seen trifft man zunächst westlich von Amanalco im District Valle. Oestlich von Toluca liegen die beiden grossen Seen von Lerma in einer Meereshöhe von 2608 m. Sie sind die höchstgelegenen Seen der Republik Mexico überhaupt, wenn man von dem kleinen See im

Krater des Nevado de Toluca (4200 m hoch gelegen) absieht. Aus ihnen entspringt der Rio de Lerma, welcher sich weiterhin in den Lago de Chapala ergiesst (vergl. oben p. 316). In dem Thal des genannten Flusses liegen zwischen Lerma (2626 m) und Ixtlahuaca (2580 m) drei weitere kleinere Seen, ein vierter unterhalb des letztgenannten Ortes. In früheren Zeiten muss das Seephänomen im Thal von Toluca noch weiter verbreitet gewesen sein, denn Ehrenberg [1]) beschreibt von der Hacienda Salitre de Urendez einen bituminösen Spongillen-Thon, in welchem er ausser zahlreichen Diatomeen 8 Arten Spongolithen fand. Die betreffende Schicht ist daher jedenfalls als der Absatz eines stehenden süssen Gewässers zu betrachten.

Von dem Valle de Toluca durch die aus Andesit-Gesteinen bestehende Sierra de las Cruces und deren nördliche Ausläufer Monte alto und Monte bajo getrennt, folgt östlich das Valle de Mexico mit seinen 6 grösseren und einigen kleineren Seen. Der grösste ist der Lago de Texcoco mit 182,495 □km Oberfläche; es folgt der Grösse nach der Lago de Chalco mit 104,985 □km, der L. de Xaltocan mit 54,072 □km, der L. de Xochimilco mit 47,050 □km, der L. de Zumpango mit 17,205 □km, und als der sechste der L. de San Cristóbal mit 11,060 □km Oberfläche. Der Lago de Chalco und der L. de Xochimilco bilden eigentlich nur einen einzigen See, da sie nur durch einen künstlichen Damm, die Calzada de Tlahuac getrennt sind. Sie haben süsses Wasser. Aus dem Lago de Chalco erhoben sich früher zwei vulcanische Inseln, die Isla de Tlapacoya und die Isla de Xico. Gegenwärtig ist die erstere, einen hufeisenförmigen Amphibolandesit-Rücken bildend, durch Anschwemmungen und Torfbildung fest mit dem Lande verbunden; die Isla de Xico wird in ihrer südlichen Hälfte von einem mächtigen, kreisrunden Tuffkraterberg eingenommen, die nördliche Hälfte bildet eine z. Th. mit vulcanischer Asche bedeckte Hypersthenandesit-Kuppe, welche sich in dem sogen. Cerro de Xico 72,1 m über dem Seespiegel erhebt, während dies bei dem südlichen Tuffkegel um 111 m der Fall ist; unmittelbar südlich desselben liegt die tiefste Stelle des Sees mit 2,85 m, die tiefste Stelle des Lago Xochimilco liegt in seinem südwestlichen Theile und beträgt 3,20 m. Den Abfluss des Lago de Xochimilco bildet der Canal de la Viga. Er führt erst in ungefähr nördlicher Richtung zur Hauptstadt, durchkreuzt deren südöstlichsten Theil,

---

[1]) Ehrenberg. Ueber mächtige Gebirgsschichten aus mikroskopischen Bacillarien unter und bei der Stadt Mexico. Abhandl. d. kgl. Akad. der Wissensch., Berlin 1869, p. 17, No. 21.

nimmt den Namen Canal de San Lázaro an, wendet sich dann östlich und ergiesst sich in den Lago de Texcoco. Dieser letztere ist der einzige unter den 6 Seen, dessen Spiegel in der trockenen Jahreszeit tiefer liegt als das Niveau der Hauptstadt, nämlich um 1,4 m. Er ist abflusslos, daher ist sein Wasser salzig und sein Niveau ausserordentlichen Schwankungen unterworfen, oft hat er die Hauptstadt vollständig überschwemmt. Die Gewinnung seiner salzigen Efflorescenzen und Absätze bildet einen nicht unbeträchtlichen Erwerbszweig der um den See wohnenden Indianer. Im Allgemeinen werden derartig gewonnene Salze in Mexico als Tequizquite bezeichnet; sie kommen aber in verschiedenen Sorten, als Espumilla, Confitillo, Tepalcatillo, Cascarilla und Polvillo in den Handel. Die chemische Zusammensetzung einiger dieser Sorten [1]), denen wir diejenige des Texcoco-Wassers beifügen, ist folgende:

	Natron-Carbonat	Natron-Sulfat	Chlor-Natrium	Unlösliches	Wasser
Confitillo . . .	28	—	30	35	7
Cascarilla . .	20	4	46	30	
Polvillo . . .	0,5	1,5	6	85	7
Texcoco-Wasser	0,485	0,054	0,570	0,001	98,890

Die grösste Tiefe des Lago de Texcoco beträgt gegenwärtig in der trockenen Jahreszeit 0,53 m, diejenige des Lago de San Cristóbal, welche im südlichsten Theile desselben liegt, ebensoviel. Im Lago de Xaltocan erheben sich zwei bewohnte Inseln, die Isla de Xaltocan und die Isla de Tonanitla. Dieser See ist gegenwärtig so seicht, dass er jedes Jahr fast völlig austrocknet. Der nördlichste der grossen Seen des Valle de Mexico, der Lago de Zumpango, ist der höchst gelegene, indem sein Niveau ca. 5 m höher liegt als das der Haupstadt. Seine grösste Tiefe wird ebenfalls zu 0,5 m angegeben [2]). — Ein weiterer See liegt zwi-

[1]) Nähere Angaben über die Gewinnung der verschiedenen Sorten, welche theils aus dem Wasser direct, theils durch Auslaugung der an den Ufern sich bildenden thonig-erdigen Absätze stattfindet, trifft man in folgenden Arbeiten: G. Hay: Apuntes geogr. estadist. e histor. del distrito de Texcoco. Boletin de la Soc. de geogr. y estad. de la Rep. Mex., Ep. II, T. 2, p. 551; auch französisch erschienen: Renseignement sur Texcoco, Archives de la Comm. scientif. du Mexique, T. II, p. 329, sowie in der Arbeit von Ramiro und Villado in „La Naturaleza", Bd. III, p. 239—246, Mexico 1875.

[2]) Weitere Angaben über die Seen des Valle de Mexico, besonders über ihre frühere grössere Ausdehnung, Diatomeen-Flora etc.,

schen Zumpango und Pachuca westlich des Ortes San Matteo im District Otumba des Staates Mexico. Er wird von dem Rio de las Avenidas de Pachuca durchströmt, welcher sich später in den Lago de Zumpango ergiesst.

Nördlich Pachuca liegt der nicht unbeträchtliche See von Metztitlan, östlich im Valle de Tulancingo die kleine Laguna de Zupitlan (in ca. 2070 m Meereshöhe); südlich der letzteren die Laguna de Tecocomulco, in ihrer nördlichen Hälfte noch zum District Tulancingo gehörend, in ihrer südlichen zum District Apam. In letzterem und zwar in den sogen. Llanos de Apam (2480 m) trifft man sodann den gleichnamigen See und südwestlich davon die kleinere Laguna de Chimalpa. Die grösste Länge des Sees von Apam beträgt 6,44 km und verläuft in west-östlicher Richtung.

Es folgen östlich im Staat Tlaxcala die beiden Lagunen von Tepeyahualco und von Xonecuila weiter im District Llanos des Staates Puebla die Laguna de Techacalco östlich von Tepeyahualco, letzteres in einer Meereshöhe von 2346 m gelegen, und die Laguna de Virreyes, südöstlich von letzterer schliesslich die Laguna de Viciencio. Die östliche Grenze der drei letztgenannten Seen bildet das gewaltige Vulcangebiet der Derrumbados und seiner nördlichen Ausläufer. Nach dieser stattlichen Zahl von Seen ist man sicherlich berechtigt, von einer central-mexicanischen Seenreihe zu sprechen.

Was nun schliesslich den Zeitpunkt anlangt, um welchen der Aufbruch jener grossen Transversalspalte erfolgte, welche mit ihren secundären Begleit- und Folge-Erscheinungen der centralen Partie Mexicos ihre heutige Oberflächengestaltung gab, so haben wir bereits früher darzulegen versucht[1]), dass jenes gewaltige Ereigniss am Ende der Kreideperiode anzunehmen ist. Mit der Tertiärzeit begann nun in jenem Landstrich eine ungeheure vulcanische Thätigkeit, welche bis heute noch nicht erloschen ist. Die randlichen Partieen der beiden verschobenen Schollen, besonders der hoch aufragenden nördlichen derselben wurden in ihrem Gefüge gleichsam gelockert und von Rissen durchsetzt und boten so den vulcanischen Magmen der Tiefe geeignete Durchbruchspunkte. Später entwickelte sich stellenweise eine üppige Vegetation, deren Reste uns heute hier und da als Lignit-Ablagerungen entgegentreten. Mit der Miocänzeit begann eine Einwanderung von Säugethieren von Norden her, wie dies die in einem Kohle

---

finden sich in unseren „Beiträgen", 1. Th., p. 65—68 u. 79—88, sowie in der oben citirten Arbeit von Hay.

[1]) Felix und Lenk. Beiträge etc., Th. I, p. 11.

führenden Schichtencomplex von Zacualtipan im Staat Hidalgo aufgefundenen Reste von *Hippotherium (Hipparion) peninsulatum* Cope und *Protohippus Castilloï* Cope beweisen. Diesen folgten im Pliocän Arten von *Platygonus, Eschatius, Holomeniscus, Equus, Elephas, Mastodon* etc., welche sich z. Th. bis in die Diluvialzeit hinein erhielten. Auch das Auftreten des Menschen scheint in Mexico nach Funden bei Tequixquiac im Valle de Mexico zu schliessen bis in die Pliocänzeit zurückzureichen. In die Tertiärzeit fällt ferner die Bildung der Seen, indem theils durch Abdämmung durch vulcanisches Material, theils vielleicht durch locale Senkungen Becken entstanden, welche sich mit Wasser füllten. Ungefähr gegen das Ende der Pliocänzeit oder den Anfang der Diluvialzeit erlangten diese Seen ihre grösste Ausdehnung. Sie hatten damals meist einen Abfluss und waren daher süss, wie das auch die Untersuchungen Ehrenberg's über die Diatomeen-Flora ihrer alten Sedimente beweisen. Von der Diluvialzeit an verringerte sich ihr Umfang, viele Seen verloren in Folge des Sinkens ihres Niveaus ihren Abfluss und wurden dann natürlich salzig, da ihnen besonders von den atmosphärischen Gewässern durch Auslaugung des in ihrer Umgebung sich überall findenden, verwitternden, vulcanischen Materiales beständig mineralische Lösungen zugeführt wurden. So sehen wir, dass die Veränderungen, welche sich heut zu Tage auf dem mexicanischen Hochplateau abspielen, begründet sind durch dieselben Kräfte, welche ihm einst seine Gestaltung gaben und welche auch heute noch sich bisweilen in ihrer alten Intensität zeigen, wie dies die gewaltigen Eruptionen des Vulcans von Colima (1870), des Ceboruco (1870) und besonders der eine ganze Gegend völlig umgestaltende Ausbruch des Jorullo (1759) bezeugen.

Schematische Darstellung der Orographischen Verhältnisse des Centralen Mexico.

Entworfen von

Dr. Johannes Felix und

Dr. Hans Lenk.

1: 5000000.

50 0 50 100 150 200 250

Kilometer.

Mexico

Veracruz

Pico de Orizaba 2200

Tabasco

Rio Papaloapan

Rio Coatzacoalcos

Rio Tonalá

Oaxaca 1550

Tehuantepec

Chiapas

Pochutla

Golf von Tehuantepec

Schematische Darstellung
der
Orographischen Verhältnisse
des
Centralen Mexico.
Entworfen von
Dr. Johannes Felix und
Dr. Hans Lenk.
1: 5000000.
Kilometer.
Golf
von
Mexico
Pacifischer Ozean
Tamaulipas
Hidalgo
Mexico
Morelos
Guerrero
Oaxaca
Tabasco
Chiapas
Durango
Zacatecas
San Luis Potosi
Guanajuato
Guadalajara
Colima
Tacubaya
Puebla
Tlaxcala
Oaxaca
Acapulco
Tehuantepec
Sierra Madre del Sur
Mexikanische Hochkordillere
Höhen in Metern.
V. = Vulcan de ..... L. = Laguna.
Westlicher Verlauf des südlichen Steilabfalls.
Allgemeine Richtung der Vulcan-Hauptspalte, sowie der nördlichen Nebenspalten.

Erklärung der Tafel XX.

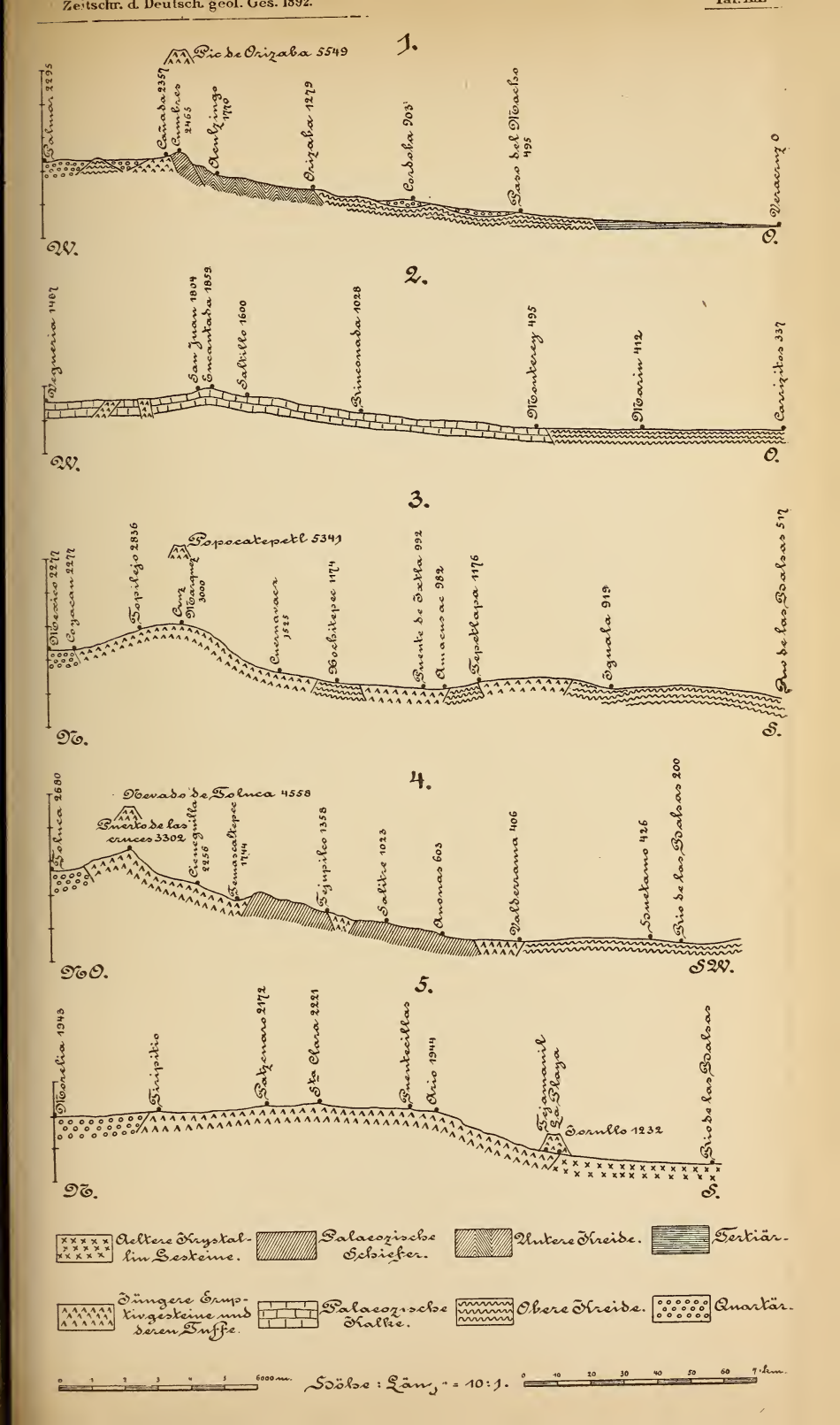
Figur 1. Profil von Palmar im Staate Puebla über Orizaba und Cordoba nach Veracruz.

Figur 2. Profil von Vegueria im Staat Coahuila über Saltillo und Monterey nach Carrizitos im Staate Nuevo Leon.

Figur 3. Profil von Mexico über Cuernavaca nach dem Thale des Rio de las Balsas.

Figur 4. Profil von Toluca über Temascaltepec und Huetamo nach dem Thal des Rio de las Balsas.

Figur 5. Profil von Morelia über Ario und den Jorullo nach dem Thal des Rio de las Balsas.


1.
Pic de Orizaba 5549
Palmar 2235
Cañada 2357
Cumbres 2465
Acultzingo 1770
Orizaba 1279
Cordoba 203
Paso del Macho 495
Veracruz 0
NW.
O.
2.
Vegueria 1467
San Juan 1804
Encantada 1852
Saltillo 1600
Rinconada 1028
Monterey 495
Monclova 412
Carrizitos 337
NW.
O.
3.
Popocatepetl 5341
Mexico 2277
Coyacan 2277
Tepilejo 2836
Cruz Marquez 3000
Cuernavaca 1543
Rochitepec 1174
Puente de Xochitepec 992
Amacuac 982
Tepeklapa 1176
Iguala 919
Rio de los Bolsas 517
N.
S.
4.
Nevado de Toluca 4558
Toluca 2680
Puerto de las cruces 3302
Cerro guilla 2256
Tenascatepec 1744
Tejupilco 1358
Saltillo 1023
Arcinas 603
Valdecama 406
Huetamo 426
Rio de los Bolsas 200
NNO.
SSW.
5.
Monclova 1343
Tripitio
Salgemas 2172
Sta Clara 2221
Puente Villas
Rio 1944
Tejamanil
La Playa
Sornillo 1232
Rio de los Bolsas
N.
S.
Aeltere Krystallinische Gesteine.
Palaeozoische Schiefer.
Untere Kreide.
Tertiär.
Jüngere Eruptivgesteine und deren Tuffe.
Palaeozoische Kalke.
Obere Kreide.
Quartär.
0 1 2 3 4 5 6000 m.
Höhe : Länge = 10 : 1.
0 10 20 30 40 50 60 7 km.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1892

Band/Volume: 44

Autor(en)/Author(s): Felix Johannes

Artikel/Article: Ueber die tektonischen Verhältnisse der Republik Mexico. 303-323