Zeitschrift
der
Deutschen geologischen Gesellschaft
2. Heft (April, Mai, Juni) 1901.

Aufsätze.

1. Ein Profil durch den Ostabfall der Sierra Madre Oriental von Mexico.

Von Herrn Emil Böse in Mexico.

Hierzu Tafel VII.

Es giebt wohl kaum eine geologische Arbeit über Mexico, in der nicht auf die eigenthümliche Bodengestaltung des Landes hingewiesen wird. Den Haupttheil des Landes bildet bekanntlich ein nach Norden flach abfallendes Hochplateau, welches nach Osten, Westen und Süden steilere Abhänge hat. Diese, von Manchen als Steilabstürze bezeichnet, sind ziemlich complicirt gebaut und zeigen, wenigstens auf der Ostküste, ein stufenweises Abfallen; vom Plateau, der Mesa central, aus senken sich die Höhenzüge gegen das Meer hinab. Auch die Mesa central ist keineswegs ein einfaches Plateau; zahlreiche Bergzüge, die oft eine durchaus nicht unbedeutende Höhe aufweisen, durchziehen die Hochebene, und nur die breiten Thäler zeigen einen flachen Boden, welcher dem Plateau den Namen verschafft hat. Immerhin fällt die Existenz dieser Mesa central Jedem auf, der sich von der Ost-, West- oder Südseite der Hauptstadt des Landes nähert, und die Entstehung dieser mittleren Masse ist scheinbar das Hauptproblem der Geologie Mexicos. Geradezu verlockend erscheint bei Betrachtung der geographischen Karte die Annahme, dass der Steilabfall auf den Seiten durch Brüche erfolgte und dass somit im Grunde nur eine Senkung im Süden, Osten und Westen stattfand, oder auch eine Hebung des centralen Tafellandes. Eine solche Anschauung vertreten z. B. Felix und

Lenk [1]), welche, von der rein hypothetischen Ansicht, dass Vulkane auf grossen Spalten liegen müssen, ausgehend, solche Spalten nach der geographischen Lage der Hauptvulkane Mexicos im Süden des Landes construiren. Ein Blick auf die geologische Karte des Landes [2]) lehrt jedoch, dass die Verhältnisse nicht ganz so einfach liegen; zahlreiche Ketten mesozoischer Gesteine auf dem Hochplateau rufen die Vermuthung wach, dass die Vorgänge bei der Bildung des Centralplateaus anderer Art waren. Eine Lösung des Problems lässt sich natürlich nur durch genaue Karten- und Profilaufnahmen erzielen; an diesen mangelt es leider bisher gänzlich. Das geologische Institut von Mexico hat nun seit einiger Zeit mit der Aufnahme von Karten im Maassstabe 1 : 100000 begonnen und zwar zu gleicher Zeit im Bereiche der vulkanischen Massen des Centralplateaus wie der Sedimentärgesteine des Süd- und Ostabfalles; bisher ist noch keine der Karten publicirt worden. Die topographische Unterlage giebt die Karte 1 : 100000, welche von der Comisión geográfica exploradora aufgenommen wird, eine Aufnahme, die in den Details allerdings häufig recht mangelhaft ist und von den Mitgliedern des geologischen Institutes nach Möglichkeit verbessert wird. Ich wählte als Aufnahmsgebiet das Blatt Orizaba (Staat Veracruz), welches in tektonischer Beziehung als eines der interessantesten erscheint. Es umfasst das Gebiet vom 18° 31′ — 18° 53′ nördl. Br. und vom 1° 46′ — 2° 16′ östl. L. (Meridian von Mexico), also ungefähr 2120 □km. Von diesem Gebiet habe ich bisher das nordwestliche Viertel aufnehmen können und dabei Profile erlangt, welche interessante Resultate geliefert haben.

Das erste Bestreben musste sein, eine Gliederung der Sedimentärschichten festzustellen, welche den grössten Theil des Gebirges zusammensetzen. Bis heute war es noch nicht möglich, die Horizonte mexicanischer Sedimentbildungen mit denjenigen Europas oder der Vereinigten Staaten von Nordamerika mit Sicherheit zu identificiren. Versuche dazu sind wohl von verschiedenen Seiten gemacht worden, ohne bisher ein befriedigendes Resultat zu liefern. In Anbetracht dessen hat nun das geologische Institut von Mexico einen anderen Plan angenommen: auf Grund paläontologischer und petrographischer Eigenthümlichkeiten soll versucht werden, einzelne Abtheilungen (divisiones), welche Localnamen erhalten, festzustellen und auf grössere Strecken hin zu verfolgen. Dabei wird einstweilen keineswegs vorausgesetzt, dass

[1]) Beiträge zur Geologie und Palaeontologie der Republik Mexico, I. Theil, 1890, S. 1—12.

[2]) Bosquejo geológico de México. Bol. Inst. geol. México, No. 4, 5, 6, 1897.

diese Abtheilungen thatsächlich stets Horizonten entsprechen; den stratigraphischen Werth der einzelnen Abtheilungen wird erst die Zukunft kennen lehren, sobald grössere Theile des Landes genauer durchforscht sind.

In dem hier zu besprechenden Gebiet, welches die Umgebung der Strecke Rio Metlac - Boca del Monte der Bahn Veracruz-Mexico umfasst, treten ausschliesslich der Kreide angehörige Sedimentärbildungen auf. Es ist mir gelungen, diese in drei Abtheilungen zu zerlegen, welche theils paläontologisch, theils nur petrographisch unterschieden werden können. Ich bezeichne sie in der Reihenfolge von oben nach unten als:

1. Escamelakalke.
2. Maltratakalke.
3. Necoxtlaschiefer [1]).

1. Necoxtlaschiefer.

Der grösste Theil dieser Abtheilung besteht aus gelben, grauen und rothen, seidenglänzenden Thonschiefern mit nicht seltenen Ausscheidungen von Pyritkrystallen (Cuauhtlalpan, Necoxtla, Sierra de Agua), und mit stellenweise spärlichen Glimmerausscheidungen. Die Schieferung ist eine ausserordentlich feine; bei der Verwitterung zerfallen die Schichten in schmale, griffelartige Stücke. In den oberen Theilen der Schiefer bemerkt man eine Anreicherung von Kalk, und die Schiefer werden häufig sandig, ja es treten sogar echte Sandsteine auf, welche einen grossen Kalkgehalt besitzen, zuweilen auch fast nur aus Kalkfragmenten bestehen. Einzelne oft 2—3 m mächtige Kalkbänke sind in die Schiefer und Sandsteine eingelagert und manchmal auf grosse Strecken hin verfolgbar. Im oberen Theile der Schiefermasse finden sich auch graue bis grünliche, oft ziemlich dickbankige Kalkmergel (Cerro de la Escamela).

Fossilien fehlen bisher gänzlich, auch aus anderen Theilen Mexicos sind solche nicht bekannt geworden.

Die Mächtigkeit lässt sich nicht bestimmen, da das Liegende fehlt und die Schiefer stark gefaltet sind.

Die Schiefer treten hauptsächlich in zwei mächtigen, nach Süden breiter werdenden Zügen auf, die im Grossen und Ganzen N. 30° W. streichen. Der östliche Zug findet sich am Rincon grande, der westliche bei Necoxtla und Sierra de Agua, er wird durch die grosse Querverwerfung des Rio blanco bei Nogales etwas verschoben. Weiter nach Süden schalten sich andere Züge ein, die hier ausser Acht bleiben sollen. Bei Boca del Monte findet

[1]) Das „x“ in Necoxtla wird ähnlich dem deutschen „sch“ ausgesprochen, es ist ein Laut, der zwischen „sch“ und „sz“ liegt.

sich ein kleiner Schieferaufschluss, der möglicherweise aber dem System der Maltratakalke angehört.

Ueber das Alter kann man der mangelnden Fossilien wegen nichts Sicheres aussagen. Die Schiefer liegen über den versteinerungsführenden Schiefern von Tehuacan, welche Aguilera als Schiefer von Zapotitlan bezeichnet, sie gehören z. Th. noch dem Neocom an, z. Th. wohl schon dem Apt.-Urgon. Die Necoxtlaschiefer werden von den sicher dem Cenoman angehörenden Maltratakalken überlagert.

2. Maltratakalk.

Diese wichtige und nicht selten recht mächtige Abtheilung besteht zum grössten Theil aus fossilleeren, dünnbankigen Kalken von hellgrauer, dunkelgrauer oder schwarzer Farbe. Sie enthalten zahlreiche, häufig bankförmige Lagen von Hornstein, der sich in den oberen Theilen oft in Form von Knollen findet. Im unteren Theile der Kalke kommen nicht selten gelbe, seidenglänzende Thonschiefer eingelagert vor. An der Grenze gegen die Escamelakalke treten klotzige, kaum geschichtete, dolomitische Kalke und Dolomite auf. Den Uebergang zu den Escamelakalken bilden massige Kalke, die man wohl besser mit diesen vereinigt. Zuweilen folgen über den Dolomiten nochmals Hornsteinkalke, so dass eine verhältnissmässig scharfe Grenze zwischen diesen und den Escamelakalken besteht. Auch in den Maltratakalken findet sich zuweilen Pyrit.

Fossilien sind äusserst selten; bei Sta Caterina fand ich Querschnitte von Bivalven; am Aufstieg bei Necoxtla eine *Nerinea* nov. sp., die auch von anderen Localitäten bekannt ist. Der wichtigste Fund ist ein Ammonit, der von Alta Luz stammt und höchst wahrscheinlich mit *Acanthoceras* (?) *Justinae* Hill [1]) identisch ist. Leider ist das Original noch weniger gut erhalten als das von mir aufgefundene Exemplar, aber die Kennzeichen stimmen vollkommen überein. Die Bestimmung als *Acanthoceras* ist nicht sicher; es ist ebenso wohl möglich, dass die Form zur Gruppe des *Scaphites ventricosus* M. u. H. [2]) gehört. Einstweilen behalte ich den Namen Hill's bei. Die Art hat sich bis 1894 nur in 4 Exemplaren in Texas gefunden; ein fünftes existirt in der Sammlung des geologischen Institutes von Mexico und stammt

---

[1]) Robert T. Hill, Paleontology of the cretaceous formation of Texas. The invertebrate Paleontology of the Trinity Division. Proceed. biolog. Soc. Washington, VIII, 1893, S. 38, t. 7, f. 1, 2, 3.

[2]) Meek, A report on the invertebrate cretaceous and tertiary fossils of the Upper Missouri Country. U. S. Geol. Surv. of the Territories, IX, 1876, S. 425, t. 6, f. 7 u. 8.

(anscheinend aus den gleichen Schichten wie bei Maltrata) vom Cerro Mercado bei Monclova in Coahuila.

Die Hornsteinkalke sind vielfach gebogen, zuweilen in erstaunlicher Weise gefaltet, und es ist schwer, die Mächtigkeit, welche übrigens zu wechseln scheint, zu bestimmen; immerhin glaube ich mit einer Mächtigkeit von 600 m nicht zu hoch zu greifen. Im Profil erscheint sie am Alchipin bedeutend grösser, aber es ist sicher, dass die Kalke von zahllosen Brüchen durchsetzt werden, welche vermuthlich, dem allgemeinen Absinken gegen Osten entsprechend, ein solches in den Kalken in kleinerem Maassstabe bewirken, so dass die Mächtigkeit viel grösser erscheint, als sie in Wirklichkeit ist.

Die Maltratakalke setzen die Hauptmasse der Gebirge bei Orizaba zusammen. Es lassen sich im Profil drei grosse Züge unterscheiden, nämlich die von Cuauhtlápan, des Alchipin und von Maltrata. Sie streichen im Allgemeinen N. 30° W. und fallen entweder noch W. ein oder sind stark zerknickt.

Bei Orizaba giebt nur *Acanthoceras* (?) *Justinae* Hill einen Anhalt für das Alter der hier zu besprechenden Schicht. Er findet sich in Texas in der Trinity Division. Danach müssten die Maltratakalke unter der Comanche Series liegen, doch dürften sie vielleicht schon deren unterem Theil entsprechen. Zu bemerken ist, dass dieselbe Species bei Monclova in einer Schicht vorkommt, die Maltratakalken vermuthlich entspricht. Einen wichtigen Anhaltspunkt für ihr Alter bieten die Escamelakalke, welche jene überlagern.

3. Escamelakalke.

Diese Abtheilung besteht aus hellen bis dunkelgrauen, zuweilen schlecht, zuweilen gut gebankten Kalken. Nur in den tiefsten Lagen findet man geringfügige Ausscheidungen von Hornstein. Einlagerungen von Mergeln oder Schiefern fehlen. Die Kalke gleichen in ihrem Aussehen häufig dem süditaliänischen Kreidekalk; sie sind petrographisch sehr gleichförmig und lassen sich mit Leichtigkeit erkennen.

Diese Kalke sind stets von Fossilien[1]) erfüllt, leider lassen sich diese nur sehr selten vom umgebenden Gestein trennen; immerhin liegen bereits eine Reihe von Arten vor, welche zu einem Theil aus dem Cerro de la Escamela, zum anderen von Encinal und Cerro de S. Cristóbal stammen. Als Leitfossil könnte man

---

[1]) Vgl. meine Liste in Geologia de los alrededores de Orizaba. Bol. Inst. geol. México, No. 13, 1899, S. 8—10.

Ichthyosarcolithes cf. *occidentalis* Whitf. bezeichnen. Paläontologisch interessant ist das Vorkommen eines noch unbeschriebenen Krebses, der wahrscheinlich zu *Lobocarcinus* gehört.

Die Mächtigkeit ist, da das Hangende fehlt und zahlreiche kleine Brüche das Gestein durchziehen, schwer zu bestimmen; jedenfalls sind die Kalke mindestens 500—600 m mächtig.

Die Escamelakalke treten in drei Hauptzügen auf: an dem Cerro de la Escamela, am Cerro de S. Cristobal (wird am Rio blanco durch einen Querbruch im Norden abgeschnitten) und bei Nogales. Keinen zusammenhängenden Zug bilden die Kappen auf dem Cerro de Ortiga, Cerro del Coyote und bei Necoxtla, da hier die Erosion bereits den Zusammenhang aufgehoben hat.

Für das Alter der Escamelakalke haben wir zwei Anhaltspunkte, nämlich ihre Lagerung über den Maltratakalken und das Vorkommen von *Actaeonella dolium* und *A. coniformis*. Beide Arten finden sich in Texas in der Fredericksburg Division. Die Escamelakalke sind somit einem Theile der Comanche Series gleichzustellen. Auch von anderen Orten Mexicos liegen aus den gleichen Escamelakalken zahlreiche Arten vor, welche der Comanche Series angehören.

Eruptivgesteine.

Die Eruptivgesteine sind in unserem Profil von geringer Wichtigkeit, da sie nur kleine gang- und deckenförmige Vorkommnisse bilden. Es seien hier kurz die einzelnen Gesteinsarten aufgeführt.

1. Andesite.

Sie finden sich nur im Thal von Maltrata. Eine ununterbrochene Decke beginnt nördlich von La Bota und setzt sich nördlich bis zur Barranca de Maltrata, dem Infiernillo der Eisenbahn, fort. Stücke, welche von der südlichen und südöstlichen Grenze der Decke stammen, weisen eine Zusammensetzung auf, die sie als Pyroxenandesite bezeichnen lassen. Zu gleichem Resultat führt die mikroskopische Untersuchung eines Stückes von der grossen Eisenbahncurve bei La Bota. Diese Masse von Pyroxenandesiten lagert auf einer Conglomeratmasse, grösstentheils aus Andesiten, zum kleineren Theile aus Kalkbrocken bestehend, welche als Erosionsproduct über starkgefalteten Maltratakalken liegt. Höher und oberhalb der grossen Curve liegt am Westabhang des Gebirges eine Stelle, welche bei der Detailbesprechung des Profils beschrieben ist. Dort wird ein Blockconglomerat aus glasigem Augitandesit von einem plattig abgesonderten Augitandesit

überlagert (vergl. Fig. 1). Diese Ablagerung steht noch in Verbindung mit der Decke von Maltrata. Ein einziges gangförmiges Vorkommen von Andesit liegt an der Barranca, welche sich nordwestlich vom Cerro del Coyote (Gegend der Sierra de Agua) befindet; es ist ein Augitandesit, der anscheinend mit dem Material der jüngsten Eruptionen des Pic von Orizaba übereinstimmt.

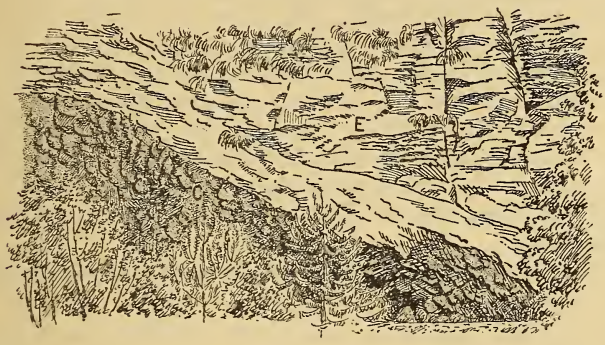


Fig. 1. Ueberlagerung eines Conglomerates (C) von glasigem Augitandesit durch plattig abgesonderte Augitandesite (E). Nördlich von La Bota bei Maltrata.

Basalte.

Zwischen Nogales und der Hacienda Encinal befindet sich ein kleiner Gang von Feldspathbasalt, den man auch als Olivinbasalt bezeichnen könnte. Aehnlich, nur von etwas weniger dunkler Farbe, ist der Basalt, welcher als mächtigster der in dieser Gegend vorkommenden Basaltgänge an der Hacienda Encinal selber auftritt. Ebenfalls als Olivinbasalt ist das Gestein von Cuxtitlan, ein schmaler, langgestreckter Gang, zu bezeichnen; er enthält als secundäre Producte Opal und Tridymit. Ebenfalls Olivinbasalt ist das gangförmig anstehende Gestein am Wege von Maltrata nach Boca del Monte. In Deckenform tritt Basalt nur bei Boca del Monte auf und unterscheidet sich von den übrigen durch geringeren Olivingehalt; er überlagert die gefalteten Maltratakalke, doch sind an manchen Stellen diese durch eine Conglomeratlage von ihm getrennt. Leider sind die Aufschlüsse auf der Hochebene zu mangelhaft, um genaue Beobachtungen machen zu können.

Die Kreideschichten von Orizaba.

Wir haben die bei Orizaba vorkommenden Schichten in Necoxtlaschiefer, Maltratakalke und Escamelakalke eingetheilt.

Unter ersteren finden sich die ziemlich mächtigen, fossilreichen Schiefer und Sandsteine von Zapotitlan, deren Fauna z. Th. von Nyst und Galeotti, z. Th. von Felix und Lenk beschrieben ist, während der grösste Theil noch der Beschreibung harrt. Wir haben somit in dem gesammten System der südmexicanischen Kreidebildungen eine untere Schiefer-Sandsteinfacies und eine obere Kalkfacies zu unterscheiden; ich bezeichne das untere System als Tehuacanschiefer, das obere als Orizabakalke. Die Necoxtlaschiefer schliesse ich dem unteren System aus rein petrographischen Gründen an, da bisher nicht auf Grund von Fossilien das Alter dieser Abtheilung nachgewiesen werden konnte. Die Schiefer und Sandsteine von Zapotitlan dürften nach vorläufigen Untersuchungen von Aguilera dem Neocom und Apt.-Urgon entsprechen. Aus den Orizabakalken liegen zahlreiche Fossilien vor[1], von denen sich ein Theil in Texas in der sog. Comanche Series findet.

Nach den bisherigen paläontologischen Untersuchungen ergiebt sich folgende Gliederung:

Gegend von Orizaba und Tehuacan (Süd-Mexico).		Texas und Nord-Mexico.		Stufen.
Escamelakalke	Orizabakalke	Washita Division	Comanche Series	Turon
Maltratakalke	Orizabakalke	Fredericksburg Division	Comanche Series	Cenoman
		?		
Necoxtlaschiefer	Schiefer von Tehuacan	Trinity Division		Apt.-Urgon
Schiefer von Zapotitlan	Schiefer von Tehuacan	Trinity Division		Ober-Neocom.
Kalkschiefer				Unter- u. Mittelneocom?
Oberer Jura oder ältere Formation				Oberer Jura

Unter den Schiefern und Sandsteinen von Zapotitlan liegen die von mir[2]) bereits beschriebenen schwarzen Kalkschiefer, welche wahrscheinlich das Unter- und Mittelneocom vertreten.

[1]) Vgl. l. c. Geologia Orizaba, S. 11—14.

[2]) Ueber Lias in Mexico. Diese Zeitschr., 1898, S. 174.

Diese Gliederung kann natürlich nur eine vorläufige sein, da die Untersuchung der Faunen noch nicht weit genug vorgeschritten ist. Einstweilen steht jedoch fest, dass die Orizabakalke (also die Maltrata- und Escamelakalke) der Comanche Series in Texas entsprechen, dass sich bei Orizaba und wohl in einem grösseren Theil von Süd-Mexico drei Abtheilungen unterscheiden lassen, und dass schliesslich in Mexico zwei verschiedene Facies vorhanden sind, eine südmexicanische und eine nordmexicanisch-texanische. Dies genügt einstweilen zum Verständniss der tektonischen Verhältnisse bei Orizaba, welche zu erläutern der eigentliche Zweck dieser Arbeit ist.

Die tektonischen Verhältnisse.

Das Profil folgt im Allgemeinen dem Laufe des Rio blanco, doch sind sowohl die nördliche wie die südliche Thalseite zur Anschauung gebracht. Wir beginnen mit der Besprechung des östlichen Theiles. Der Rio Metlac kommt aus einem Thal, das der Pic von Orizaba (Citlaltepetl) in der Ebene von Cordoba hinabsendet. Während der Fluss in seinem nördlichen Theile hauptsächlich die jungen Conglomerate der erwähnten Ebene durchströmt, so noch z. B. in der viel gerühmten Barranca Metlac, schneidet er weiter südlich einige Berge an, welche den westlichen Rand der Ebene von Cordoba bilden und aus Maltratakalken bestehen, die hier so stark geknickt und gefaltet sind, dass man zuweilen glauben könnte, sie ständen senkrecht. Wir beschäftigen uns hier nur mit dem Gebiet nördlich des Rio blanco. Dieser vereinigt sich bei Tzapoapan mit dem Rio Metlac, ändert bei der Vereinigungsstelle scharf seine Richtung und fliesst, statt wie bisher nach Osten, nunmehr dem Rande des Gebirges folgend, nach Südosten. Die Berggruppe, welche der Rio blanco nach Süden abschneidet, wird durch das ziemlich ebene Thal von Orizaba im Westen und Nordwesten begrenzt, so dass sie nicht unmittelbar mit den Zügen westlich von Orizaba zusammenhängt. Der höchste Berg mit einer Höhe von ca. 1350 m ü. M., der Cerro de Chicahuaxtla, besteht aus Maltratakalken, welche hier z. Th. dickere Bänke bilden, aber nahezu fossilleer sind. Die Schichten stehen scheinbar fast senkrecht, sind aber in Wirklichkeit geknickt. Nach Westen schliesst sich an den Cerro Chicahuaxtla ein Höhenzug an, der aus den tieferen, mannichfach gefalteten Necoxtlaschiefern besteht, worin auf der Ostseite des Berges noch einzelne dicke Kalkbänke eingelagert sind. Die Necoxtlaschiefer stossen in einem Bruch gegen die Maltratakalke; man sieht in der Barranca sehr schön die Schleppung der Schichten an der Bruchfläche. Die Maltratakalke streichen ungefähr N. 40° W.

und fallen durchschnittlich nach Westen ein. Verfolgen wir die Kalke in ihrem Streichen nach Norden, so überschreiten wir die Einsenkung von Cuauhtlapan und gelangen wieder in einen Hügelzug, der aus Maltratakalken besteht, welche nach Norden in der mehrfach erwähnten Thalfläche zwischen Orizaba und Cordoba verschwinden. In diesem Hügelzug finden wir nur noch geringe Reste der discordant angelagerten Necoxtlaschiefer; doch ist auch hier die Bruchlinie ziemlich deutlich aufgeschlossen. Nach Süden werden die Schiefer bedeutend mächtiger, sie reichen bis über den Rio blanco hinaus, der in einem grossartigen Wasserfall, Rincon grande genannt, über die Schiefer in enger Schlucht hinabstürzt. Diese sind stark gefaltet und geknickt, wie man besonders beim Aufstieg von Tuxpango nach der Hacienda Escamela sieht. Dort haben sie auch nicht die gewöhnliche gelbe Farbe und den Seidenglanz der Schichtungsflächen, sondern sind häufig grau bis schwarz, kalkhaltig und weniger dünn geschiefert, so dass sie jenen Kalkschiefern ähneln, welche ich [1]) in der Barranca de la Calera dicht über dem Jura fand. Jenseits des Rincon grande werden sie normal von den ausserordentlich kieselhaltigen, dünngebankten Maltratakalken überlagert, welche ihrerseits wieder eine Decke fossilreicher Escamelakalke tragen. Diese kann man gut beobachten, wenn man dem neuen Canal folgt, der gegen S. Juan del Rio hinaufführt.

Gegenüber dieser normalen Schichtenfolge finden wir, im Streichen nach Norden gehend, etwas verschiedene Verhältnisse. Wenn man von dem Zug, nordwestlich der Einsenkung von Cuauhtlapan, nach Westen geht, so tritt man in ein weites ebenes Thal ein, dessen Boden oberflächlich zum grössten Theil aus Kalktuff [2]), tiefer aus Conglomeraten alluvialen und vielleicht diluvialen Alters zusammengesetzt ist. Im Norden der Thalfläche ragt die Gruppe des Cerro de la Escamela empor. Die anscheinend aus gleichartigem Material aufgebaute Masse besteht jedoch aus drei Zügen. Im Osten findet sich ein mit ca. 45° SW. einfallender Zug von Escamelakalken (Str. N. 30° W.). Gegen Westen folgt ein schmaler Zug von Necoxtlaschiefern, vielfach gefaltet und geknickt, doch im Allgemeinen gegen W. fallend. Den westlichsten Theil des Berges setzen wiederum Escamelakalke mit ziemlich steilem westlichen Einfallen zusammen (Str. N. 40° W.). Hier befinden sich mehrere Steinbrüche; der Escamelakalk nimmt nämlich eine vorzügliche Politur an und wird als

[1]) Ueber Lias in Mexico. Diese Zeitschr., 1898, S. 174.

[2]) Von dem Kalktuff hat der Ort Iztaczoquitlan seinen Namen erhalten, dieser bedeutet „der Ort des weissen Schmutzes“, nämlich dessen, der beim Verwittern des Kalktuffs entsteht.

sog. „Marmor“ bei Luxusbauten, Denkmälern etc. mit Vorliebe verwendet. Die Querschnitte von Fossilien geben dem „Marmor“ eine eigenthümliche Zeichnung — er ähnelt dem in Platten verarbeiteten Dachsteinkalk der Alpen sowie den in gleicher Weise benutzten Kreidekalken Süd-Italiens —, doch sind sie selten aus dem umgebenden Gestein herauszulösen; am häufigsten sind Hippuriten, Caprotinenartige Formen, Ichthyasarcolithen und Nerineen.

Am Südostfusse des Cerro de la Escamela tritt eine bachartige Quelle aus den Escamelakalken. Diese Erscheinung steht im Zusammenhang mit den zahlreichen unterirdischen Flüssen und ist in der Gegend von Orizaba sehr häufig. Man bezeichnet solche Quellen als Ojo de agua, sie bilden gewöhnlich am Fusse eines Berges ein kleines Becken, aus dem ein starker Bach herausströmt; wir werden auf diese Erscheinung zurückkommen.

Im Westen des Cerro de la Escamela treffen wir abermals auf ein weites, ebenes Thal, welches vom Pic von Orizaba (Citlaltepetl) herabkommt. Der Thalgrund besteht fast ausschliesslich aus Blöcken von Eruptivgesteinen und vulkanischen Sanden. Da, wo dieses Thal sich mit dem des Rio blanco vereinigt, liegt die uralte, schon Cortes bekannte Stadt Orizaba.

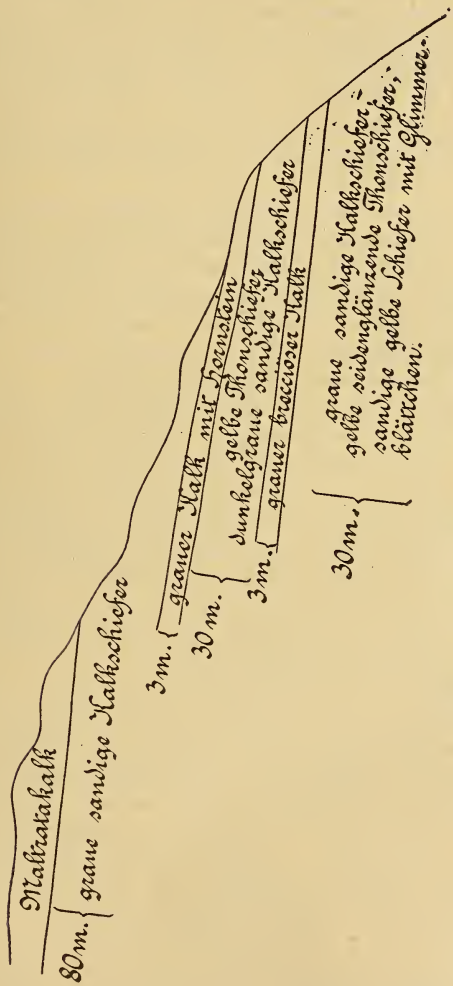
Im Westen der Stadt erhebt sich der Höhenzug Cerro del Borrego. Er besteht in seinem südlichen Theile fast ganz aus Maltratakalken (N. 30° W. 65° SW.), schwarzen, hornsteinartigen Kalken mit eingelagerten dünnen Schieferbändern. Scudder u. A. haben sie ihres petrographischen Habitus wegen für paläozoisch gehalten. Fossilien sind sehr selten, doch finden sich in sandigen Kalkeinlagerungen Querschnitte von Caprotiniden. Schräg zum Streichen dieses Höhenzuges setzt eine N-S. verlaufende Bruchlinie durch. Westlich von ihr zeigen die Maltratakalke N. 25° W. 30° NO. Die Bruchlinie lässt sich im nördlichen Theile des Gebirges nur an wenigen Stellen gut erkennen, da fast alle Hänge mit einer dichten tropischen Vegetation überzogen sind. Nach Westen fortschreitend, findet man, dass sich bald das Fallen ändert, es beträgt 20° SW. Von hier ab bleibt das Streichen N. 30° W. bis gegen Nogales constant, nur wird nach Westen das Einfallen steiler. Die Maltratakalke setzen eine hohe Bergkette zusammen, welche sich nach Westen an den Alchipin anschliesst. Vor Sta. Catarina finden sich nur dünnbankige Kalke mit bankartigen Hornstein-Ausscheidungen und spärlichen Bivalven-Durchschnitten. Darüber folgt eine wenig mächtige Dolomitmasse, auf welcher bei Sta. Catarina eine ebenfalls nicht sehr mächtige Lage von klotzigen grauen Kalken liegt. Ueber diesen finden sich wieder die dünnbankigen Hornsteinkalke, welche bei Tenango auch dünne Lagen des seidenglänzenden, gelben Schiefers enthalten. Bei

Tenango kommt ein Thal herab, welches zwischen dem Alchipin und dem schon erwähnten, ungefähr 2400 m hohen, aus Maltratakalken bestehendem Berge beginnt. Westlich vom Thalanfang bezeichnen riesige Felsabstürze auf der Seite des Alchipin den Anfang der Escamelakalke, welche hier normal den Maltratakalk überlagern. Die ganze Gesteinsserie zieht sich bis zum Rande des Centralplateaus hin, wo sie von den Eruptivgesteinen und Sanden des Pic von Orizaba bedeckt werden. Die Maltratakalke sind hier anscheinend von ungeheurer Mächtigkeit, aber vermuthlich sind sie in sich treppenförmig nach Osten abgesunken; solche kleinen Brüche lassen sich bei der starken Vegetationsdecke selten oder niemals nachweisen. Bevor wir uns weiter mit diesem Theile des Profiles beschäftigen, wollen wir die südliche Seite des Rio blanco-Thales besprechen.

Südlich von Orizaba liegt der Cerro de S. Cristobal. Auf der Nordseite dieses Berges ist der starken Pflanzenbedeckung wegen nichts von Schichtung zu sehen; dagegen ist die Südseite vollkommen abgeholzt und nur mit grobem Gras, dem sog. Zacate, und einzelnen Büschen bedeckt. Zwischen Xalapilla und Tlilapan erkennen wir, dass das Streichen hier N. 70° W. beträgt. Die Schichten bilden einen Sattel, der zum grössten Theile aus fossilreichen Escamelakalken besteht, welche von Maltratakalken unterlagert werden. Der südliche Sattelflügel lässt sich noch weiter nach Osten im Gebirge bei S. Juan del Rio verfolgen, der nördliche scheint jedoch nicht mehr aufgeschlossen zu sein. Südwestlich vom Cerro S. Cristobal stosst der Escamelakalk z. Th. an Necoxtlaschiefern, z. Th. an Maltratakalken ab. Die Maltratakalke, welche den Cerro de Huiloapan zusammensetzen, fallen nach SW. ein, und westlich von Tlilapan tritt unter ihnen eine kleine Partie von Necoxtlaschiefern zu Tage. Diese Gesteine werden durch eine fast O-W. verlaufende Verwerfung abgeschnitten, so dass im Osten Necoxtlaschiefer, im Westen Maltratakalke in Contact mit den Escamelakalken des Cerro de S. Cristobal kommen.

Am Cerro de Huiloapan ist der dichten Vegetation wegen nicht zu erkennen, was für Störungen vorhanden sind; jedenfalls besteht der Gebirgszug nahezu ganz aus Maltratakalken. Wenn man von Huiloapan durch eine der tief eingeschnittenen Schluchten gegen SW. hinaufsteigt, so fallen am Thaleingang etwas oberhalb Huiloapan zahlreiche Blöcke von Eruptivgesteinen auf, ohne dass es mir gelungen wäre, diese anstehend zu finden. Sodann gelangt man in Kieselkalke, über welchen, schon ziemlich hoch oben, Dolomite von nicht sehr grosser Mächtigkeit liegen. Dann folgen blaugraue, fossilleere, klotzige Kalke, welche allmählich in die echten Escamelakalke übergehen. Bei dem Thaleinschnitt von S.

Rosa, in welchem der Hauptweg nach Necoxtla emporführt, sind die Maltrata - Escamelakalke von Necoxtlaschiefern überschoben. Leider ist nur der obere Theil der Necoxtlaschiefer hier aufgeschlossen; doch ist die Ueberlagerung durch Maltratakalke auf der Westseite klar zu erkennen. Der beste Aufschluss befindet sich bei Sta. Rosa, wo die Escamelakalke anstehen; dann folgen nach W. die Necoxtlaschiefer in folgender Weise.



Figur 2. Am Thaleingang bei Sta. Rosa.

Zu unterst finden sich gelbe, sandige Schiefer mit Glimmerblättchen, welche sich in ihrem Aussehen den liasischen Potreroschiefern nähern, darüber gelbe, seidenglänzende und hellgraue Schiefer, es folgen graue, sandige Kalkschiefer von sehr feinem Korn, stark thonhaltig. Nunmehr finden wir eine graue, brecciöse, gänzlich fossilleere Kalkbank, dann dunkelgraue, sandige Kalkschiefer, den vorher erwähnten gleichend, darüber die gelben, z. Th. seidenglänzenden Schiefer. Es folgt nochmals eine Kalkbank mit Hornstein-Ausscheidungen und darüber ziemlich mächtige graue, sandige Kalkschiefer von gröberem Korn, und eine Art dünnbankigen Kalksandsteins. Alle diese Schichten sind fossilleer; darüber liegen die Maltratakalke. Die Verwitterungserde der Necoxtlaschiefer giebt eine Art plastischen Thones, die von den Indianern zur Herstellung grosser amphorenartiger Gefässe verwendet wird.

Nur an wenigen Stellen sieht man beim Aufstieg nach Necoxtla, dass die Verwerfung eine Ueberschiebung ist, deren Fläche nach Westen geneigt ist. Man kann die Bruchlinie weit nach Süden verfolgen, sie ist eine der wichtigsten Längsverwerfungen in dem ganzen Gebiete; wir werden ihr auch auf der nördlichen Thalseite wieder begegnen, wo sie allerdings durch den Querbruch im Rio blanco-Thale etwas verschoben ist.

Gehen wir von Necoxtla, welches fast schon auf der Ueberschiebungslinie liegt, nach Westen, so überschreiten wir ein kleines kesselförmiges Thal, aus Maltratakalk gebildet, welches nach Süden von Escamelakalk mit zahlreichen Fossilien überlagert wird. Steigt man nun weiter nach Westen hinab, so sieht man, dass in dem Thal, welches sich gegen Ojo Zarco hinabsenkt, die Maltrataschichten stark geknickt und gefaltet sind, doch in Falten, welche noch ziemlich bedeutend sind; erst weiter gegen Westen beginnen die kleinen in einander geschobenen Falten, welche weiter unten beschrieben werden sollen.

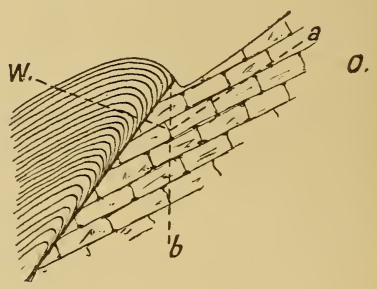
Kehren wir nun zur Besprechung der nördlichen Seite des Rio blanco - Thales zurück. Geht man von Tenango aufwärts, so findet man zahlreiche Eruptivgesteine, hauptsächlich Basaltgerölle, welche vermuthlich von einem unterhalb des Joches anstehenden Basaltgange herrühren; leider war es mir bisher nicht möglich, die genaue Lage des Ganges festzustellen, da das Thal sehr schwer zugänglich ist. Westlich von Tenango beginnen, wie bereits bemerkt, die Escamelakalke; sie bilden den Grund des Thales, welches von der Sierra de Agua herabkommt. Die Escamelakalke lassen sich im Thale des Rio blanco bis über Nogales hinaus, fast bis zur Hacienda Encinal verfolgen; auch hier sind grosse Marmorbrüche vorhanden. Bei Nogales, und zwar bei der

Kirche, schliesst ein Steinbruch die obersten Maltratakalke, aber nur in einer Mächtigkeit von wenigen Metern auf. Folgt man dem neuen Holzfahrweg, der zur Sierra de Agua führt, so steigt man lange in ausserordentlich fossilreichen Escamelakalken empor. Dort wo der Weg unterhalb des Cerro de la Escuela die grosse Schlinge nach Westen macht, kommt man in die Necoxtlamergel und -schiefer. Hier sind es hauptsächlich gelbe, seidenglänzende Thonschiefer und harte, grünliche Kalkmergel. Die Mergel fallen ebenso wie die Escamelakalke nach Westen ein (Str. N. 15° W.). Da wo der Weg aus dem Mergel wieder in den Kalk tritt, streicht dieser N-S. und fällt mit 30° O. ein. Am Cerro de la Escuela streicht der Kalk O-W. 30° S. Wir haben hier also ein stark zerbrochenes Terrain, dessen Details sich kartographisch nur bei einem sehr grossen Maassstabe wiedergeben liessen. Die Abweichungen des Streichens werden durch kleine Querverwerfungen hervorgebracht.

Im Grunde des Thales greift der Escamelakalk auf die westliche Thalseite über, und sind die Necoxtlaschiefer auf ihn hinaufgeschoben; es ist dieselbe Störungslinie wie bei Necoxtla, nur dass sie hier bei Nogales nach Osten, am Cerro de la Escuela nach Westen verschoben ist, und dass ihr Streichen sich hier mehr der N-S.-Richtung nähert, während es bei Necoxtla fast NW.-SO. ist. Westlich vom Cerro de la Escuela finden wir wieder die Necoxtlaschiefer, hauptsächlich aus grauen Kalkschiefern und gelben, seidenglänzenden Thonschiefern bestehend (N. 20° W. 30° W.). Verfolgt man den Fahrweg weiter, so bemerkt man am Kamm des Berges die Ueberlagerung durch Hornsteinkalke. Dann lenkt der Weg wieder in die mächtiger werdenden Necoxtlaschiefer ein. Wie bei Sta. Rosa sind auch hier Kalkbänke eingeschaltet; darüber bauen sich noch ganze Berge aus den gelben, seidenglänzenden Thonschiefern auf. Ueber diesen liegen die Maltratakalke, und auf diesen an den höchsten Bergen, wie Cerro de la Ortiga und Cerro del Coyote, kleine Partien von Escamelakalken. Je mehr wir uns der Hacienda Sierra de Agua nähern, desto mächtiger wird die Schieferzone. Zwar sind die Aufschlüsse nicht überall die besten, doch zeigt die Verwitterungserde, dass zwischen der Gipfelreihe des Cerro de la Ortiga, Cerro del Coyote etc. und den Kalken des von Sierra de Agua herabkommenden Thales nur Necoxtlaschiefer vorhanden sind.

Auf dem Wege zur Sierra de Agua bleiben wir bis zu einer wundervollen Klamm, Boca del Toro genannt, in Necoxtlaschiefern mit eingelagerten fossilleeren Kalkbänken. An der Boca del Toro tritt der Weg in die Escamelakalke der Ueberschiebung ein. Diese Schlucht mit ihren steilen, mächtigen Wänden ist keine

einfache Erosionsschlucht; die Wände sind aus parallelen Verwerfungsflächen gebildet; auf den ersten Blick möchte man meinen, die Schlucht sei eines jener Spaltenthäler, von denen man im Anfange und der Mitte des vorigen Jahrhunderts sprach. In Wirklichkeit sind jedoch zahlreiche parallele Verwerfungen vorhanden, zwischen denen das Material z. Th. durch das Wasser weggeführt worden ist. Auffallend ist es, dass das ganze Thal in die Escamelakalke eingeschnitten ist; wäre das Thal durch blosse Erosion entstanden, so wäre es sicherlich den bei Weitem weicheren Schiefern gefolgt. Ich erkläre mir die Sache folgendermaassen. Durch die Ueberschiebung wurde jedenfalls eine



Figur 3.

Wasserrinne vorgebildet, welche zwischen Schiefern und Kalken verlief; das Wasser arbeitete dann jedoch senkrecht ein, der gestrichelten Linie b folgend, so dass dann im oberen Theile des Thales die heutige Profillinie a entstand. Der Thalweg ist von der Bruchlinie nach Osten abgelenkt, und je tiefer das Thal eingeschnitten ist, desto mehr entfernt sich der Thalweg von der Ueberschiebungslinie; auf der Karte divergiren dadurch Thalweg und Ueberschiebungslinie bedeutend.

Ein weiterer merkwürdiger Umstand ist der, dass im Thale streckenweise kein Bach fliesst, sondern dass dieser einen unterirdischen Lauf hat. Auf diese Erscheinung, die für Süd-Mexico von Wichtigkeit ist, komme ich in einem besonderen Capitel zurück.

Da, wo das Thal die Hacienda Sierra de Agua erreicht, verschwinden die Schichten unter den vulkanischen Conglomeraten und Sanden der Mesa central, speciell des Pic von Orizaba. Die Conglomerate etc. bedecken das ganze Terrain nordwestlich vom Cerro del Coyote. Nach Osten von der Sierra de Agua dehnen sich jedoch die mächtigen Escamela- und Maltratakalke aus, welche

die Fortsetzung des Alchipin und Borrego bilden; auch sie verschwinden gegen Norden unter den vulkanischen Producten.

An der Kirche von Nogales fanden wir gering mächtige Maltratakalke mit Schiefern und darüber concordant fossilreiche Escamelakalke. Unter letzteren bricht ein starker Bach aus einem teichartigen Ojo de Agua, einer sog. Laguna, hervor. Zwischen Nogales und der Hacienda Encinal tritt Basalt in einem kleinen Gang auf; erst bei Encinal folgt dann ein grösserer Basaltgang, der auf der Stelle erscheint, wo die Ueberschiebungslinie das Thal erreichen sollte; doch steht er mit dieser sicherlich in keiner Verbindung, da die Ueberschiebung keinerlei Klüfte, sondern vielmehr Zusammenpressung des Gesteins bewirkt. Weiter westlich finden wir die Maltratakalke mit geringen Ueberresten einer Bedeckung durch fossilreiche Escamelakalke. Die Maltratakalke sind die Fortsetzung derer am Weg zur Sierra de Agua; sie setzen das Gebirge bis zur Einsenkung von Maltrata zusammen. Während sie jedoch noch am Cerro de la Ortiga und seiner Fortsetzung wenig gefaltet waren, vielmehr ziemlich constant nach W. einfielen, weisen sie weiter westlich starke Knickungen und Faltungen auf. Zu erwähnen ist noch, dass bei Zapotl und Calera junge vulkanische Tuffe auftreten.

Die Veracruzbahn, der wir im Allgemeinen mit unserem Profil folgen, tritt bei Nogales aus dem Hauptthal des Rio blanco heraus und in ein Nebenthal ein. Während ersteres seine Fortsetzung in südwestlicher Richtung findet, hat das Nebenthal eine rein ostwestliche. Bei Maltrata verlässt die Bahn auch dieses Thal, um nach Norden in gewaltiger Curve über La Bota und Alta Luz auszuweichen und auf diese Weise bei Boca del Monte die Höhe des Centralplateaus zu erreichen.

Zwischen dem Thal, welchem die Bahn folgt, und dem Thale des Rio blanco erhebt sich die Gebirgsgruppe von Cuxtitlan. Sie besteht aus einem hohen Rücken, der von der Mesa central ausgeht und sich östlich von Cuxtitlan in zwei Züge gabelt, zwischen denen ein tief eingeschnittenes Thal liegt. Dieser ganze Gebirgsstock besteht aus Maltratakalken, abgesehen von einem kleinen Basaltgang in dem Thaleinschnitt bei der Rancheria Cuxtitlan selber. Ist so das Material ein gleichförmiges, so ist doch der Aufbau ein auffallend verschiedener. Im östlichen Theil der Berggruppe zeigen die Schichten N. 15° W. 20—35° W. Dieses gleichförmige Fallen ist nach Westen bis zum sog. Infiernillo der Veracruzbahn zu beobachten. Dort ist der ruhig gelagerte Theil wie mit einem Messer abgeschnitten, und die Schichten sind in auffallender Weise geknickt und gefaltet. Die beigegebene Ab-

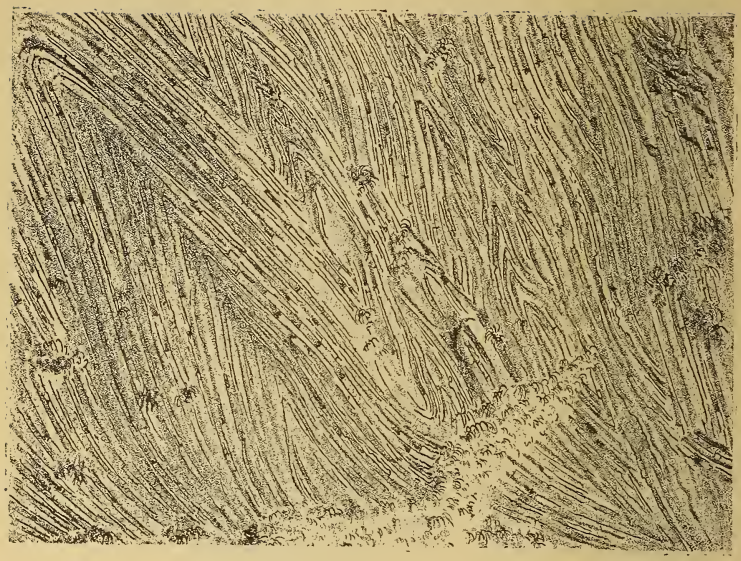


Fig. 4.
Wand mit gefalteten Maltratakalken in der Barranca de Maltrata.

bildung (Fig. 4) ist aus zwei Stellen aus der grossen Barranca zwischen Nogales und Maltrata zusammengesetzt; leider liessen sich nur kleine Partien photographisch aufnehmen, da die Barranca sehr eng und ausserhalb des Eisenbahnkörpers schwer zugänglich ist; doch zeigten sich in ihr auf mehr als 2 km Länge ganz gleiche Knickungen und Falten. Da, wo das Wasser keine Wände geschaffen hat, ist nichts von den Knickungen zu bemerken, denn da das Fallen mit geringen Ausnahmen ein constant westliches ist, könnte man aus einzelnen kleinen Aufschlüssen nicht auf eine solch' complicirte Faltung schliessen. In Wirklichkeit ist aber das ganze Gebirge nach Westen hin so gefaltet, wie uns die Aufschlüsse an der Veracruzbahn weiterhin zeigen werden. Auffallend ist die Form der Falten, welche auf einer Strecke von 10 km (quer zum Streichen) dieselbe bleibt; es ist ein System kleiner schiefliegender, paralleler Kniefalten. Diese Art der Faltung beginnt auf einer ganz bestimmten, NW. - SO. verlaufenden Linie, ein Umstand, der von vornherein auffallend erscheinen muss. Ueberall kann man an diesen Falten sehen, dass die Schichten an der

Umbiegungsstelle ihre volle Dicke haben. Verwerfungen sind nur an wenigen Stellen vorhanden, sie durchqueren die Falten, sind also sicherlich nicht als ein Product der Auswalzung des Mittelschenkels, als Faltenverwerfungen, aufzufassen. Bei der Faltung und Knickung hat sich das Gestein nicht als biegsam, sondern vielmehr als sehr zerbrechlich gezeigt, denn die Hornsteinkalke sind in eine Unmenge von kleinen Stücken zerbrochen, welche später z. Th. wieder durch Kalkspath zusammengekittet sind. Auch die nicht gebogenen Schenkel der Falten zeigen zahllose Bruchflächen.

Die Barranca giebt noch zu weiteren interessanten Beobachtungen Anlass. Während die Südwände aus den Maltratakalken bestehen, finden sich auf der Nordseite im östlichen Theile nur Eruptivgesteine und zwar Andesit. Im westlichen Theile dagegen zeigt die Nordseite zu unterst gefaltete Maltratakalke, darüber ein Conglomerat aus Blöcken hauptsächlich von glasigem Augitandesit von wechselnder Mächtigkeit (20 cm bis ca. 10 m). Ueber dieses Conglomerat hat sich dann deckenförmig Pyroxenandesit (Fig. 5) von bedeutender Ausdehnung ergossen, die Decke

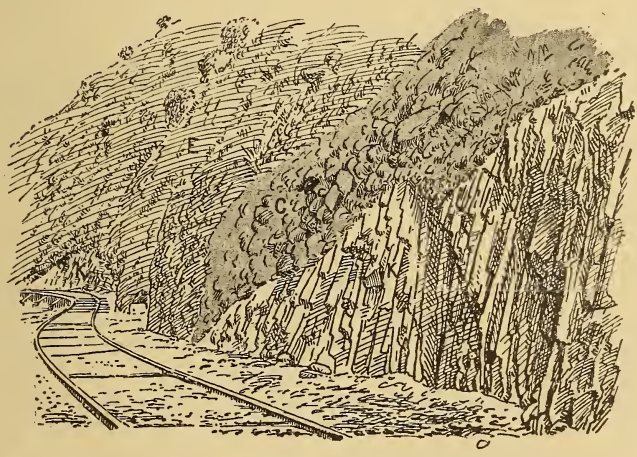


Fig. 5. Ueberlagerung der Maltratakalke (K) durch Conglomerat (C) von glasigem Augitandesit und durch eine Decke von Pyroxenandesit (E) in der Barranca de Maltrata.

lässt sich von der Barranca über die nördlichste Bahncurve (La Bota) hinaus verfolgen. Hervorzuheben ist noch, dass in der Barranca des Infiernillo keinerlei Contactknickungen bemerkbar sind. Die Grenze zwischen Sedimentär- und Eruptivgesteinen ist im Osten

in verschiedenen, N-S. gerichteten Barrancas gut aufgeschlossen; im Westen ist das weniger der Fall, da bis La Bota eine schmale, aus Schottern (meistens Maltratakalk) bestehende Zone die beiden Gesteine trennt. Erst da, wo die Bahn die Abstürze nördlich von Alta Luz erreicht, ist durch die Eisenbahn der Contact unter den gleichen Verhältnissen wie im Infiernillo aufgeschlossen. Noch weiter nördlich ist die Grenze wieder schlecht aufgeschlossen; doch findet sich eine nicht uninteressante Stelle, deren Verhältnisse die Fig. 1 (Seite 179) wiedergiebt. Wir haben hier ein Conglomerat grosser und kleiner Blöcke von glasigem Augitandesit, darüber eine Decke aus plattig abgesondertem Augitandesit. Von der gegenüberliegenden Seite der kleinen Barranca aus gesehen, macht der Augitandesit fast den Eindruck eines Sedimentgesteins, so dunkel und regelmässig ist die plattige Absonderung. Weiter aufwärts finden wir nur noch eine breite Schottermasse, fast ausschliesslich aus glasigem Augitandesit bestehend, welche sich bis zur Mesa central am Fusse des Pic von Orizaba hinaufzieht. Nach Osten schliessen sich in der Plateauhöhe Maltratakalke an, welche nur schwach nach Westen geneigt sind. Steigt man von dieser Kalkmasse nach SO. ab, so bleibt man bis zur Barranca, welche den Cerro del Coyote im Norden begrenzt, im Maltratakalk, doch findet sich noch auf der Nordseite der Barranca ein kleines Vorkommen von gangförmig auftretendem Augitandesit. Auf der gegenüberliegenden Seite der Barranca finden wir wiederum den Maltratakalk des Cerro del Coyote.

Auf der westlichen Thalseite von La Bota sind durch die Bahn die zahllosen Knickungen und Falten der Schichten blossgelegt; doch sind sie etwas weniger dicht als im Infiernillo. Die Maltratakalke setzen hier den Rand der Mesa central zusammen; Dollfuss und Montserrat [1]), deren Anschauung Felix und Lenk [2]) sich anschliessen, hielten die Kalke für paläozoisch; Felix und Lenk begründen damit das Vorhandensein eines gewaltigen Bruches. Jedoch gerade in diesen Kalken, nämlich bei Alta Luz, habe ich *Acanthoceras* (?) *Justinae* Hill. gefunden. Ich füge hinzu, dass auf beiden Seiten des Thales von Maltrata diese Hornsteinkalke auftreten, welche wir als Maltratakalke bezeichnet haben. Nur da, wo der Weg nach Boca del Monte aus dem Hauptthal abzweigt, ist ein wenig bedeutendes Vorkommen von Olivinbasalt zu verzeichnen. Der

---

[1]) Dollfuss, de Montserrat et Pavie, Observations géologiques faites dans le trajet de la Veracruz à Mexico. Arch. de la commiss. scientif. du Mexique, II, 1866, S. 125.

[2]) Beiträge zur Geol. u. Pal. der Rep. Mexico, I, S. 11.

Thalgrund bei Maltrata ist z. Th. durch thonige Sande gebildet, die dem Quartär angehören; in ihnen kommen Elephantenzähne und Knochen vor. Leider gelang mir keines der Stücke zu erhalten. Die Schichten, welche diese Knochen einschliessen, haben denselben Habitus wie diejenigen, welche auf der Mesa central bei S. Andrés Chalchicomula Elephanten- und Pferdereste enthalten.

Dort, wo die Maltratakalke den Rand der Mesa central erreichen, werden sie entweder von vulkanischen Sanden, Conglomeraten oder direct von Basalt überlagert. Zahlreiche kleine Hügel auf der Hochebene zwischen Boca del Monte und Esperanza bestehen aus Eruptivgestein, die Thalbecken dazwischen sind theils durch vulkanische Sande, theils durch Alluvionen ausgefüllt. Die ganze Gegend steht in vollständigstem Contrast zu dem vorher besprochenem Gebirge. Während oben Alles kahl, öde und fast vegetationslos ist, sind die Abhänge nach Osten mit der üppigsten und dichtesten Vegetation bedeckt. Der Uebergang von Boca del Monte nach Maltrata ist sicherlich einer der überraschendsten auf der Erde.

Ueber Quellen und Flüsse bei Orizaba.

An verschiedenen Stellen habe ich auf jene eigenthümlichen Quellen aufmerksam gemacht, welche am Fusse der Berge hervorbrechen und grosse Wassermengen den Flüssen zusenden. Gewöhnlich entspringt aus einer solchen Quelle direct ein starker Bach. Solche Quellen können nur entstehen, wenn sich im Innern der Gebirge grosse Sammelbecken befinden. Das ist hier sicherlich der Fall, denn die Kalkberge enthalten überall grosse Höhlen, in denen sich Wasser sammeln kann. Mit den Höhlen stehen auch wohl merkwürdige Thalbildungen an der Oberfläche in Verbindung; dies sind kesselförmige Vertiefungen ohne Abfluss, von den Mexicanern Hoyas genannt. Diese mögen häufig auf den Einsturz von Höhlen zurückzuführen sein. Durch die erwähnten Quellen werden die Flüsse gespeist, diese kommen deshalb auch nicht hoch aus dem Gebirge, sondern entspringen meistens am Fusse einer Bergkette. Flüsse, die oben im Gebirge entstehen, verschwinden sehr bald in Spalten. Ein ausgezeichnetes Beispiel liefert hierfür der Bach, welcher, von Sierra de Agua herabkommend, die Schlucht Boca del Toro z. Th. durchfliesst, in zwei ca. $^1/_2$ m breiten Löchern im Felsen verschwindet und nach mehreren Kilometern unterirdischen Laufs stark vergrössert in mächtigem Wasserfalle in das Thal hinabstürzt, welches nach Nogales hinausführt. An manchen Stellen des Gebirges hört man sogar

das Rauschen eines unterirdischen Flusses; ein Anzeichen, welches manchmal zur Entdeckung des hier so viel begehrten Wassers führen könnte. Ich zweifle nicht daran, dass in den meisten Thälern solche unterirdischen Wasserläufe vorhanden sind. Sehr häufig kommt es vor, dass ein Fluss plötzlich auftritt und nach einigen Kilometern wieder verschwindet; das ist z. B. der Fall bei Tequila, bei Tzongolica. Der stattliche Rio Altotoco kommt von Süden, verschwindet bei Apochtecatl, fliesst unter einem Bergrücken hindurch, der 500 m über die Thalsohle aufragt, und kommt nach 4 km langem unterirdischen Lauf auf der Westseite des Berges oberhalb Coyametla wieder zum Vorschein.

Bisher haben wir von Quellen und Flüssen gesprochen, welche das ganze Jahr über existiren; in der Regenzeit fliessen natürlich in manchen Thälern auch oberirdisch Flüsse, die mit dem Eintritt der trockenen Jahreszeit zu existiren aufhören. Nur ein Beispiel dafür, dass sich in den Felsen vermittels der zahlreichen Klüfte bei einem starken Regenguss sofort grosse Wassermengen ansammeln können, will ich hier anführen. Bei Atlahuilco, nördlich von Orizaba, ist im Winter und Frühjahr kein Tropfen Wasser zu finden (mit Ausnahme einer weit entfernten Quelle und eines Brunnens), was um so merkwürdiger ist, als der aztekische Name „Wasserloch“ bedeutet. Gleich beim ersten Wasserguss der Regenzeit stürzt hier aus einem Felsenloche ein starker Bach hervor. Um dieses Phänomen begreifen zu können, muss man allerdings die Heftigkeit tropischer Regen kennen, welche im Stande sind, in der Stadt Orizaba nach wenigen Minuten die z. Th. starkes Gefälle besitzenden Strassen in breite, zu Fusse nicht mehr überschreitbare Bäche von 20—30 cm Tiefe zu verwandeln und den grössten Theil der Wege ausserhalb der Stadt unpassirbar zu machen.

Da die meisten Flüsse unterirdisch fliessen, so haben sie auch bei Weitem keinen so grossen Einfluss auf die orographische Ausgestaltung des Terrains wie in anderen Gebirgen.

Ueber einige Thalformen.

Wenn man grössere Thäler südlich vom Thal des Rio blanco hinaufsteigt, so bemerkt man, dass die Thäler häufig durch eine Barriere von Kalken gesperrt sind. Das beste Beispiel hierfür bietet der Weg von Orizaba nach Tlahquilpan. Bis Tlilapan ist der Weg eben, er geht hier in dem grossen, durch das Zusammentreffen mehrerer Thäler gebildeten Kessel von Orizaba. Bei Tlilapan mündet das Thal ein, welches von Tequila herabkommt. Ca. 3 km oberhalb Tenexapan befindet sich eine Thalschwelle, welche aus Escamelakalk gebildet wird; hinter dieser Schwelle

beim Rancho Ocotal oder Ocopila ist eine kesselförmige, wasserlose Vertiefung. Man steigt dann bei mehr oder weniger gleichmässigem Gefälle bis Tequila. Von da ab bis Atlahuilco ist das Thal fast eben; dort gabelt es sich, wir folgen dem südlichen Thalzweig. Gleich bei Atlahuilco haben wir eine weitere Barriere zu überschreiten, hinter der sich eine wasserlose Vertiefung befindet; die Sperre ist wieder durch Escamelakalke gebildet. Weiter aufwärts, kurz vor dem Joch bei Tlahquilpan überschreiten wir die letzte Sperre, welche das Thal in der Quere durchzieht. Solche Thalformen sind bei Orizaba nicht selten, bei Necoxtla z. B. findet man sie häufig, wenn auch in kleinerem Maassstabe. Besässen diese Thäler oberirdische Wasserläufe, so würden sie einen eigenartigen Anblick mit treppenförmig aufgebauten Seen bieten; heute ist der Anblick nicht so auffallend, weil fast nirgends ein Tropfen Wasser zu sehen ist. Wie sind diese Thäler entstanden? Es sind fast immer Längsthäler, so dass die Barrieren noch auffallender sind. Wären es Querthäler, so könnte man annehmen, dass leichter zerstörbare Schichten, der unterirdischen Wasserläufe wegen, eingestürzt seien, und sich dadurch die kesselförmigen Vertiefungen gebildet hätten. In dem unteren Theile des Thales von Tequila habe ich bei der ersten Thalsperre mehrfach einen Wechel im Streichen beobachtet, so dass hier wohl ein tektonischer Grund vorliegt; dasselbe ist der Fall bei der obersten Thalsperre; dort ist ganz sicher eine bedeutende Querverwerfung vorhanden. Beständen diese Thäler in den Alpen, so würde Mancher mit der Erklärung durch Gletscherwirkung bei der Hand sein. Diese wie eine Entstehung durch oberflächliche Erosion ist hier ausgeschlossen; es bleibt nur die Erklärung durch tektonische Einflüsse oder unterirdische Auslaugung. Bei genauerer Untersuchung der Verhältnisse wird sich in jedem einzelnen Falle herausstellen, welche Entstehungsursache vorliegt.

Ich will hier noch auf eine andere Thalform aufmerksam machen, welche sich in der Sierra Madre Oriental häufig findet; dies ist das Circusthal. Diese ist in kleinerem Maassstabe nicht selten, aber auch die grosse Einsenkung von Maltrata ähnelt einem solchen. Allerdings stört die junge Eruptivmasse den Eindruck; wäre sie nicht vorhanden, so hätten wir ein vollkommenes Circusthal direct unter dem höchsten Kamme des Gebirges, ganz jener gleich, welche uns aus den Alpen, aus dem Schwarzwald etc. bekannt sind. Das Thal ist höchstwahrscheinlich durch das westliche Einfallen der Schichten im östlichen Theil entstanden; im Süden und Norden wird es vermuthlich durch Querbrüche abgeschnitten. Dadurch und durch weitere Arbeit des Wassers entstand die Kesselform mit dem schmalen Ausgang nach Osten,

Lassen nun auch die Umstände keine sichere Erklärung der Bildung des Thales von Maltrata zu, so ist doch jedenfalls die Entstehung durch Gletscherwirkung ausgeschlossen.

Die Entstehung des mexicanischen Centralplateaus.

Wie in der Einleitung bemerkt wurde, vertreten Felix und Lenk die Humboldt'sche Ansicht, dass Vulkane auf Spalten lägen, und benutzen diese Hypothese zugleich zur Erklärung des Vorhandenseins eines mittleren Plateaus in Mexico, indem sie annehmen, dass derartige Brüche die Abfälle der Mesa central nach Ost, West und Süd bewirken. Dass ein solcher Bruch im Osten nicht vorhanden ist, hat sich bei der Besprechung des Profils gezeigt. Um so auffälliger ist das Vorhandensein jenes Plateaus.

Betrachten wir nochmals das Profil, so finden wir, die älteste Schicht mit 1, die jüngste mit 3 bezeichnend, folgendes Schema des Aufbaues.

W. 3 2 ‖ 3 2 1 ‖ 3 2 | 2 | 2 . . . . . ‖ 3 | 1 | 3 ‖ 1 ‖ 2 0.

Von Osten steigt das Terrain in Absätzen nach Westen an. Ich habe bei dem Schema im Westen noch zwei Schichten hinzugefügt, welche erst auf der Höhe der Mesa central zu beobachten sind, bei Esperanza und S. Andrés Chalchicomula. Mit den verticalen Strichen sind in diesem Schema die Brüche markirt, von diesen sind die mit Doppelstrichen bezeichneten die wichtigsten; sie entsprechen z. Th. auch grossen Thaleinschnitten. In dem Schema ist eine gewisse Ordnung vorhanden; da wo eine Serie von Schichten vorkommt, liegt die jüngste immer nach Westen.

Zu beachten ist ferner, dass die Schichten im Allgemeinen nach Westen einfallen. Wir haben also, wenn wir alle Einzelheiten ausser Acht lassen, ein Abbrechen in Treppenform bei bergwärts gerichtetem Fallen. Wir kennen solche Treppenbrüche auch aus anderen Gegenden, wenn auch beim Treppenbruch gewöhnlich das Fallen gegen die gesenkte Seite gerichtet ist. Ein Beispiel, welches noch dazu in der weiteren Fortsetzung der mexicanischen Bergketten liegt, finden wir für inverses Fallen in dem von Gilbert 1876 beschriebenen „Great Basin System", z. B. in den Profilen durch die Pahranagat Range am Silver Cañon, in der südlichen Nevada. Dort liegen die Verhältnisse einfacher als bei Orizaba, wo auch starke Faltungen vorkommen.

Jedem drängt sich unwillkürlich die Frage auf, warum nur an einzelnen Stellen diese starken Faltungen vorhanden sind. Gefaltet sind immer nur die Necoxtlaschiefer und die Maltrata-

kalke, niemals die Escamelakalke (mit Ausnahme der leichten, sattelförmigen Aufwölbung am Cerro S. Cristobal). Ausserdem sind die Maltratakalke niemals da gefaltet, wo sie von Escamelakalken überlagert werden, sondern in Schollen zerbrochen. Warum sind die Escamelakalke nicht gefaltet? An den verschiedensten Stellen Europas habe ich beobachtet, dass feste, dickbankige Kalke ohne Mergelzwischenlagen bei der Gebirgsbildung nicht gefaltet, sondern zerbrochen worden sind; ich führe hier als Beispiele an den Dachsteinkalk der gesammten Ostalpen von Berchtesgaden bis Wien, die grosse Kalk-Dolomit-Masse der Trias in Süd-Tirol und im Engadin; die Kreidekalke in ganz Süd-Italien. Ganz gleichartig sind die Escamelakalke nie gefaltet, sondern zerbrochen, und wo sie die Maltratakalke bedecken, haben sie diese ebenfalls vor der Faltung bewahrt. Die Maltratakalke mit ihren dünnen Bänken, der häufigen Zwischenlagerung von Mergeln sind da, wo sie freiliegen, gefaltet und zwar mehr geknickt als gefaltet, da die starren, stärkeren Kalkbänke trotz der zwischenlagernden Schiefer nicht nachgaben, sondern an einzelnen Stellen zerknickten, anstatt dass sie sich in gleichmässiger Curve gekrümmt hätten; durch die Schiefer wurde nur eine Biegsamkeit bis zu dem Grade erzielt, dass grössere Verwerfungen nicht eintraten. Die Necoxtlaschiefer dagegen sind stark gefaltet, wo sie einigermaassen freiliegen. Wenn die Ueberlagerung durch Escamelakalke die Faltung der tieferen Schichten verhinderte, so musste entweder an jenen Stellen, wo wir Faltung wahrnehmen und heute der Escamelakalk fehlt, dieser schon bei der Gebirgsbildung gefehlt haben, oder die Faltung ist nachträglich erfolgt. Nun ist es ziemlich sicher, dass nach der Hauptaufrichtung die gebirgsbildenden Kräfte noch nicht wirkten, denn nach den Beobachtungen Aguilera's in dem Valle de Mexico, besonders an dem neuen grossen Entwässerungscanal und nach eigenen am Canal neben der Bahn nach Amecamea sind das Tertiär (Miocän-Pliocän) und ganz besonders die Diatomeenschichten gefaltet (in der Nähe der Hauptstadt), während es weiter nach NO. geneigt ist und nach NO. einfällt. Diese gebirgsbildende Kraft war jedoch eine so geringe, dass man ihr unmöglich die starke Faltung der Maltratakalke zuschreiben kann. Es bleibt nur übrig anzunehmen, dass die Decke von Escamelakalken an einzelnen Stellen zur Zeit der Hauptaufrichtung nicht vorhanden war. Da sind nun wieder nur zwei Möglichkeiten vorhanden: entweder waren die Escamelakalke schon erodirt oder sie waren überhaupt nicht abgesetzt worden. Auch hier lässt sich eine ziemlich sichere Entscheidung treffen. Wenn man in der Profillinie weiter nach Westen geht, so trifft man über Maltratakalken

wiederum Escamelakalke, es ist also höchst unwahrscheinlich, dass auf dem kurzen Raum zwischen Maltrata und Esperanza die Escamelakalke nicht zur Ablagerung gekommen sein sollten. Viel wahrscheinlicher ist die Annahme, dass sie schon bei der Aufrichtung z. Th. erodirt waren. Im südlichen Theile von Mexico fehlt die obere Kreide (mit Ausnahme geringer Theile Oaxacas nach Aguilera), diese ist uns nur von den Ufern des Rio Bravo an der Grenze der Vereinigten Staaten von Nord-Amerika bekannt. Süd-Mexico wird also schon zur Zeit der oberen Kreide so weit gehoben gewesen sein, dass keine Absätze aus dem Meer erfolgen konnten. Es muss also zu jener Zeit die Gebirgsbildung bereits begonnen haben und mit ihr die Erosion. Die Hauptaufrichtung erfolgte erst im Tertiär, so dass ganz gewiss eine starke Erosion stattfand. Das Thal von Maltrata ist jedenfalls ein sehr altes, denn wir sehen in der Kreide, welche von dem Andesitconglomerat bedeckt wird, deutlich die Spuren alter Wasserrinnen und Bachbette. Vor Ablagerung des Andesitconglomerates war jedenfalls schon ein tiefes Thal vorhanden. Es ist also durchaus nicht unwahrscheinlich, dass hier die Erosion schon lange wirkte und dass die Hauptaufrichtung hier leichter die Schichten falten konnte, erstens weil die starren Kalke entfernt waren, und zweitens weil der Durchmesser der zu faltenden Masse bedeutend geringer war als die Umgebung. Ich gebe auf dem beistehenden Kärtchen (Fig. 6) die Theile an, in denen nach unserer Annahme die Erosion schon vor der Aufrichtung die Escamelakalke entfernt hat. An anderen Punkten, wie z. B. am östlichen Theile des Berges, welcher das Rio blanco - Thal von jenem Thal scheidet, in welchem die Eisenbahnlinie liegt, sind die Escamelakalke sicherlich erst nach der Aufrichtung entfernt worden, worauf die ruhige Lagerung der Maltratakalke hindeutet. Wäre es thatsächlich zufällig, dass die Maltratakalke an einer Stelle gefaltet sind und an der anderen nicht, so wäre kaum eine so scharfe und constante Grenze zwischen beiden Theilen vorhanden, wie das hier der Fall ist.

Wir haben vom Einfluss der Gesteinshärte auf Details der Tektonik gesprochen; bei dieser Gelegenheit wollen wir noch eine weitere Einwirkung dieses Factors wenigstens andeuten. Grössere Ueberschiebungen finden nur an verschieden harten Gesteinen statt, und zwar ist es gewöhnlich so, dass die Bewegung anfangs eine verticale ist, indem an einer mehr oder weniger senkrecht stehenden Bruchfläche der eine Theil gehoben wird und der andere in die Tiefe sinkt; sobald ein hartes Gestein mit einem weichen zusammentrifft, z. B. compakter Kalk mit Mergel, geht die Bewegung in eine seitliche über, und die Bruchfläche zeigt

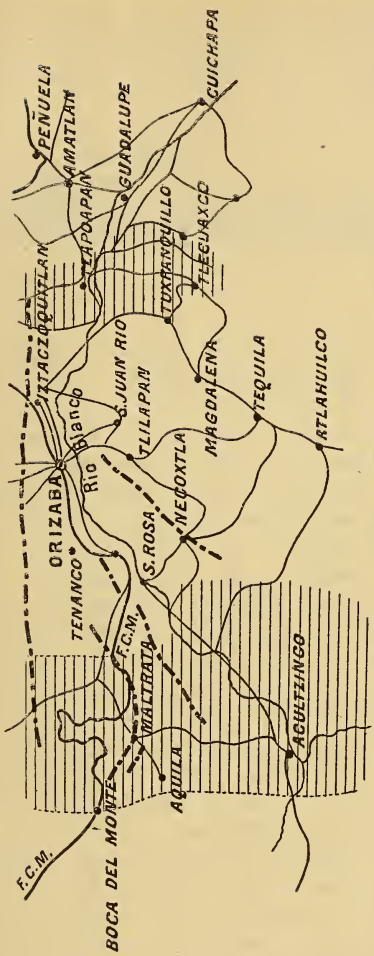
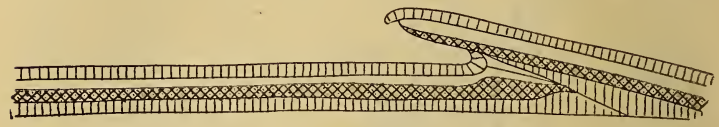


Fig. 6. Uebersichtskarte des Gebietes von Orizaba.

Die schraffirten Theile bezeichnen das Gebiet, wo vermuthlich die Erosion vor der Zeit der tertiären Hauptaufrichtung wirkte und den grössten Theil der Escamelakalke entfernte.

eine Neigung von irgend einem Winkel auf. Diese Anschauung, welche ich aus der Untersuchung zahlreicher Ueberschiebungen gewann, wurde mir durch ein Experiment (vgl. Fig. 7) bestätigt, welches ich vor einigen Jahren machte. Ich legte über eine Thonplatte eine Gypsplatte und über diese wieder eine Thonplatte und setzte das Ganze einem lateralen Druck aus; dabei zeigte sich zuerst ein verticaler Riss, der dann in eine flache Ueberschiebung überging und zwar in der Weise, dass sich eine deutliche Schlep-

pung der Thonschichten zeigte. Bei der Ueberschiebung an der Sierra de Agua vertritt der Escamelakalk die Gyps-, der Necoxtlaschiefer die Thonplatte; das weichere Medium hat dem lateralen Drucke nachgegeben.



Figur 7.

An dieser Stelle ist noch ein weiteres Problem zu erörtern. Man nimmt heute allgemein eine bilaterale oder unilaterale tangential wirkende Kraft als Ursache der Gebirgsentstehung an und vermuthet, dass diese ihren Grund in der Zusammenziehung der Erdrinde findet. Wenn das letztere der Fall ist und die Faltung thatsächlich aus der Zusammenziehung der Erdrinde resultirt, so muss die gebirgsbildende Kraft eine dreidimensionale sein, wobei aber die Wirkungen in der Richtung zweier, nämlich der Breite und Länge, stärker in die Augen springen. Mir scheint, dass man dies bisher vernachlässigt und fast stets nur die Wirkung senkrecht zur Längserstreckung der Gebirge in Betracht gezogen hat. Und doch erklärt uns die Wirkung senkrecht zur Breite allein, weshalb Ueberschiebungen quer zum Streichen der Gebirge, ja weshalb überhaupt stärkere Abweichungen im Streichen entstehen können und weshalb häufig das Streichen undulirend ist. Die Pression senkrecht zur Längsrichtung des Gebirges verursacht den Wechsel im Fallen, diejenige, welche senkrecht zur Breite wirkt, verursacht den Wechsel des Streichens. Die Pression ist natürlich immer in einer bestimmten Richtung stärker, daraus resultirt das Streichen des Gebirges; dass aber auch senkrecht dazu eine Pression vorhanden ist, lässt sich nicht leugnen, trotzdem sie bisher wohl gewöhnlich unbeachtet geblieben ist. Ich muss mich an dieser Stelle auf kurze Andeutungen beschränken sowohl in Beziehung auf die Bedeutung der Gesteinshärte und Art der Bankung, wie auf die doppelte oder dreifache Richtung des Druckes bei der Gebirgsentstehung.

Wir gehen nunmehr zum Hauptproblem über: „Wie ist die Mesa central entstanden?“. Dass die von Felix und Lenk vertretene Theorie von dem Horst zwischen zwei oder besser drei Senkungsfeldern nicht richtig ist, darauf haben wir schon hingewiesen.

Verfolgt man von Jalapa an den Rand der Mesa central,

so sieht man nirgends einen Abbruch, sondern stets eine Reihe von stufenförmigen Absätzen, ferner die Kreideketten ohne grössere Verwerfungen unter der Decke von Eruptivgesteinen und vulkanischen Sanden verschwinden. Noch auffälliger ist dies auf der Südseite, wo sich auch Trias und Jura am Aufbau des Gebirges betheiligen. Die Sedimentketten tauchen thatsächlich unter die Lava und Sande, oder besser gesagt, die Höhe des Gebirges vermehrt sich hier um den Betrag der Mächtigkeit jener aufgesetzten Eruptivmassen.

Betrachten wir nunmehr den südlichen Theil der Mesa central. Leider musste ich mich hier auf einige Excursionen beschränken, doch gaben mir diese bereits wichtige Resultate. Geht man von Boca del Monte oder weiter südlich von Aculcingo nach Westen, so findet man nach den Eruptivgesteinen des Randes der Mesa central ein weites, ziemlich ebenes Thal mit kleinen Hügeln am Rande, welche aus Eruptivgesteinen bestehen. Vor Esperanza jedoch treffen wir einen Zug von Maltratakalken, den ich bis zur Cañada de Morelos nach Süden verfolgt habe; dort ist er nur noch in einer tiefen Barranca aufgeschlossen, doch deutet der Kalkschotter auf den Feldern auf eine weitere Erstreckung nach Süden hin. Von diesem Zug gegen West dehnt sich ein Thal aus, welches mit Eruptivgesteinen, Schottern, Sanden, Alluvionen und quartären, thonigen Sanden (mit zahlreichen Resten von Elephant, Mastodon, Pferd) ausgefüllt ist. Jenseits erhebt sich bei S. Andrés Chalchicomula eine Bergmasse aus fossilreichen Escamelakalken ca. 400 m über das Thal. Im Süden verschwinden die Eruptivmassen; und man sieht nun auf eine weite Strecke, bis gegen Puebla hin, nur Kreidekalke (Maltrata- und Escamelakalke) in Wechsellagerung, ganz den tektonischen Verhältnissen entsprechend, welche wir im Profil von Orizaba nach Boca del Monte kennen lernten. Auch im Norden der Veracruzbahn finden wir noch einzelne Kalkmassen, doch überwiegen dort bei Weitem die Eruptivgesteine; die weiten Thäler zwischen den ziemlich vereinzelten Kuppen sind mit vulkanischen Sanden und Alluvionen ausgefüllt, so dass sich eine Ebene mit kleinen hügelartigen Erhebungen gebildet hat. Wie mächtig diese Sande sind, erkennt man aus Brunnenbohrungen, welche häufig tiefer als 100 m hinabreichen, ohne auf anstehenden Fels zu stossen. Westlich von Puebla nehmen hauptsächlich angeblich archäische Schiefer, von denen sich wohl ein grosser Theil als umgewandelte Jura- und Kreideschiefer herausstellen wird, und Gneisse an dem Aufbau des Gebirges Theil. In Folge dessen beobachten wir hier auch am Rande der Mesa central diese Schiefer. Ueber diesen Schichten finden sich jedoch auch Kreidekalke, welche auf dem West-

abfall der Mesa central wieder mächtiger werden, bis sie an dem am Pacifischen Ocean gelegenen Zug von Graniten, Diabasen, Dioriten und Syeniten abschneiden.

Die Eruptivgesteine und Sande nebst den pliocänen und quartären Alluvionen bilden offenbar nur eine Decke; der Kern des Gebirges besteht aus Sedimentärschichten. Sogar bei den grossen Vulkanen Popocatepetl, Ixtaccihuatl und Malinche lässt sich nachweisen, dass unter ihnen die Kreidemassen durchstreichen. Mit dieser Thatsache steht die weitere im Einklang, dass im mittleren Mexico auf der Mesa central ebenfalls Sedimentärgesteine Gebirgszüge bilden.

Wir kommen somit zu dem Schlusse, dass Mexico in seinem südlichen Theil ein grosses, NNW. — SSO. streichendes Gebirge aus gefalteten und zerbrochenen Sedimentärgesteinen ist. Im mittleren und höchsten Theile haben Eruptivgesteine, vulkanische Sande und zum kleinen Theile auch pliocäne und quartäre Alluvionen die Thäler ausgefüllt, so dass eine Art Ebene entstand, welche von theils aus Sedimenten, theils aus Eruptivgesteinen gebildeten Hügelketten durchzogen werden. Das mexicanische Gebirge war schon vorhanden, als die Haupt-Eruptionen begannen, welche somit im mittleren und höchsten Theile des Gebirges nur orographisch ausgleichend wirkten. Dadurch dass diese secundäre Hochebene vorhanden ist, welche die ehemals höchsten Kämme des Gebirges bezeichnet, tritt der rasche Abfall in Treppenbrüchen nach Osten und Westen stärker hervor, wodurch die Täuschung verursacht wurde, dass das Hochplateau als Horst zwischen zwei Senkungsfeldern aufgefasst wurde.

Wie im Süden, scheinen auch die Verhältnisse in der Mitte von Mexico zu liegen. Die Betrachtung der geologischen Karte von Mexico lehrt, dass die jüngeren Eruptivmassen nicht mit der Grenze der Mesa central zusammenfallen, vielmehr schräg über das Hochplateau hinwegziehen, um sich dann im nördlichen Theile des Landes nur auf der Westseite des Hochplateaus zu zeigen. Den grössten Theil der Hochfläche nehmen in der Mitte und im Norden Sedimentärgesteine mit starker Sand- und Alluvionenbedeckung ein. Und auch in der vulkanischen Kette des Westens tauchen Sedimentärschichten auf. Die Verhältnisse scheinen also dieselben wie im Süden zu sein: der Kern des Gebirges besteht aus aufgerichteten, gefalteten und zerbrochenen Sedimentärgesteinen, und die Thäler der höchsten Kämme sind durch vulkanische Sande, Laven und junge Alluvionen ausgefüllt worden.

Geographisch betrachtet, besteht das Gebirge Mexicos im Süden aus einer einzigen Kette, welche sich am nördlichen Rande der Mesa central in zwei Theile spaltet: die Sierra Madre Occi-

dental und die Sierra Madre Oriental. Im geologischen Sinne beginnt die Bifurcation jedoch viel weiter im Norden, da das ganze mexicanische Gebirge sich offenbar zur gleichen Zeit als ein grosses Kettengebirge erhob und erst nachträglich durch jüngere Eruptionen, die ja allerdings wohl auch sicher Begleiterscheinungen weiterer Aufrichtung waren, ausgestaltet wurde. So viel wir bis heute wissen, diente bei der Auffaltung jene Kette alter Eruptivgesteine im Westen als Widerlager Hier war der Beginn der Continentbildung. Hier im Südwesten sind auch die Kalke der mittleren Kreide nicht abgesetzt, wir müssen deshalb wohl annehmen, dass dieser Theil schon im Cenoman aus dem Meer aufragte. Dieser älteste Theil bildete eine langgestreckte schmale Zone im Westen und zwar jenen Theil, der heute aus der Halbinsel Nieder-Californien und einem Streifen an der Westküste besteht. Der Meerbusen zwischen der Halbinsel Baja California und dem Festlande ist als Fortsetzung der Sierra Nevada-Einsenkung Californiens aufzufassen und bedeutend jünger als der Beginn der Aufrichtung. Die Gebirgsbildung begann also im Westen und schritt nach Osten fort; diese Thatsache können wir hier nur andeuten. Heute wird Mexico im Westen gesenkt und im Osten gehoben; ehemalige spanische Zollhäuser, welche früher etwas von der Westküste entfernt waren, liegen heute z. Th. im Meer, z. Th. als Ruinen am Strande, wie z. B. in Manzanillo. Dagegen liegen heute auf der Ostküste Häuser, welche im vorigen Jahrhundert hart am Meere standen, bereits ca. 50 m landeinwärts; und bei Ausgrabungen in der heutigen Stadt Veracruz haben sich Anker und sonstige Schiffsbestandtheile im Boden begraben gefunden, woraus hervorgeht, dass das Meer früher und zwar noch zur Zeit der spanischen Herrschaft bis hierher reichte. Zwar fehlen genauere Untersuchungen über diese Fragen, doch ist das Vorhandensein einer Bewegung unleugbar.

Bereits an mehreren Stellen habe ich mich gegen die von Felix und Lenk vertretene Auffassung des mexicanischen Gebirgsbaues gewendet. Es sei mir hier vergönnt, den Gegensatz zwischen unseren Anschauungen und unsere beiderseitigen Beweise hervorzuheben.

Schon v. Hmuboldt nahm die Existenz einer transversalen Vulkanspalte im Süden an, die vom Pic von Orizaba über den Popocatepetl, Nevado de Toluca, Jorullo und Colima verlaufen sollte. Von dieser Anschauung unterscheidet sich die von Felix und Lenk in mancher Hinsicht. Sie[1]) nehmen eine transversale

[1]) Ueber die tectonischen Verhältnisse der Republik Mexico. Diese Zeitschr., 1892, S. 307.

Verwerfungsspalte an, welche ihre oberflächliche Andeutung „in dem Verlauf des südlichen Plateaurandes und des dazu gehörigen Steilabfalles“ finden soll, ferner, dass im Osten und Westen der Mesa central Brüche vorhanden seien und dass die östliche Bruchzone sich durch den scharf ausgeprägten Plateaurand und die verworrenen Lagerungsverhältnisse der an den schroffen Abhängen zu Tage tretenden Sedimentärgesteine verriethe. Der mexicanische Golf sei das zu ihr gehörige Senkungsfeld. Das Vorhandensein des östlichen Bruches steht für Felix und Lenk fest; umsomehr bemühen sie sich, das Vorhandensein der südlichen Transversalverwerfung nachzuweisen. Sie bemerken, dass sich nicht alle Vulkane über der Hauptspalte aufthürmen, sondern dass eine zweite Gruppe über Nebenspalten liege, welche in mehr oder weniger rechtem Winkel von jener abzweigen. Zu einer dritten Gruppe vereinigen sie diejenigen Vulkane, welche sich südlich der Transversalspalte finden, und in eine vierte die auf dem Hochplateau zerstreut auftretenden vulkanischen Bildungen. Für das Vorhandensein der Transversalspalte sprächen der angeblich steile Abfall nach Süden und die Lagerungsstörungen der Sedimentärgesteine. Allerdings fehlt östlich vom Popocatepetl[1]) ein Steilabfall; das mexicanische Plateau geht ohne Unterbrechung in das Gebirge von Oaxaca über. Die Gliederung dieses letzten Gebirges soll aber von der grossen Golfverwerfung abhängig sein.

Die Nebenspalten werden nach Felix und Lenk durch die vulkanischen Gebirgszüge auf der Höhe des Plateaus angedeutet; die zwischen ihnen liegenden Gebiete sind mächtige Thäler, welche man als Thäler von Mexico und Tolua bezeichnet, während ein drittes Gebiet zwischen Popocatepetl - Ixtacihuatl und Pic von Orizaba - Cofre de Perote als Thal von Puebla bezeichnet wird. Die beträchtlichen Höhenunterschiede verschiedener Thäler (Toluca 2600 m, Mexico 2270 m, Puebla 2000 m) führen sie auf verticale Verschiebungen an den vulkanischen Spalten zurück, eine Behauptung, die hypothetisch ist, da die älteren Sedimentärformationen dort nirgends in genügender Weise aufgeschlossen sind.

Der Schauplatz intensivster vulkanischer Thätigkeit ist nach ihnen dort zu suchen, wo sich Spaltensysteme kreuzen; solche Punkte seien: der Popocatepetl, der Ajusco bei Mexico und der Nevado de Toluca. Dagegen erhebt sich der höchste Vulkangipfel Mexicos, der Pic von Orizaba, in ziemlicher Entfernung von der Hauptspalte, während sich dort, wo die beiden Spalten sich schneiden, nämlich in der Gegend von Tehuacan, kein bedeutender Vulkan befindet. Sie nehmen also an, dass am Pic

[1]) Westlich davon ebenfalls. D. Ref.

von Orizaba und Cofre de Perote sich eine meridionale Nebenspalte mit dem grossen Längsbruch kreuzt. Auch hier werden die complicirten Lagerungsverhältnisse der Sedimentärgesteine als Beweisgrund herangezogen. Weil der Plateaurand hier auf einer Strecke von ca. 120 km von der ihm sonst eigenen NW.-Richtung abweicht und eine fast nordöstliche einhält, nehmen sie an, dass dieser Längsbruch erst nach der Neben- wie der Transversalspalte entstanden sei.

Im Gegensatz zu Heilprin sagen sie[1]: „Eine Verallgemeinerung des Faltungsphänomens erscheint uns aber bei der hervorgehobenen Unsichtbarkeit der Sedimentärgesteine in der unmittelbaren Nähe jener meridionalen Brüche noch einer genügenden Begründung zu entbehren. ..... 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 Hochplateaus nach Süden und die Vulkanreihen 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 Hochplateaus parallel mit der Richtung der Hauptspalte laufende Seenreihe.“

Gegenüber den ersten Publicationen der beiden Autoren machte schon Heilprin Einwendungen, dessen Worte von Felix und Lenk in ihrer späteren Arbeit über die tektonischen Verhältnisse der Republik Mexico citirt werden. Er bemerkt[2]) von den Hügelketten bei Tehuacan: „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. ..... 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 inaqualities or saddles of folding have been largely filled in through volcanic and fissure discharges, which have thus mainly

[1]) l. c. S. 313, 314.

[2]) The Geology and Palaeontology of the Cretaceous Deposits of Mexico. Proceed. Nat. Sc. Philadelphia, 1890, S. 464 ff.

been instrumental in shaping the existing physiognomy of the plateau."

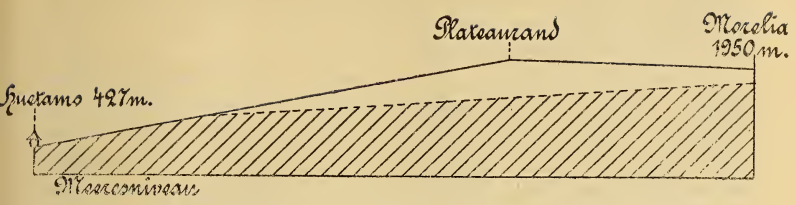
Das ist im Allgemeinen ziemlich genau die Anschauung, zu welcher ich durch meine Specialuntersuchungen gelangt bin.

Wie in manchen anderen Gegenden, existiren auch in Mexico die angeblich vorhandenen mächtigen Abstürze des Centralplateaus gegen die Ostküste grossentheils nur in der Phantasie der älteren Kartographen. Auf der topographischen Karte von Mexico, welche Carlos Pacheco 1890 publicirte, sieht man bereits, dass weder im Osten noch im Westen einfache Abbrüche vorhanden sind, sondern dass vielmehr die Senkung des Terrains eine viel allmählichere ist. Trotzdem sind bei dem kleinen Maassstabe (1 : 2 000 000) der Karte die Verticaldifferenzen noch bedeutend überhöht. Betrachtet man z. B. die Umrisse des beigegebenen Profils, welches genau nach der Natur gezeichnet ist, so bemerkt man, dass ein Steilabfall nicht vorhanden ist, und ähnlich liegen die Verhältnisse auf dem Ostrande des mexicanischen Centralplateaus.

Was den Abbruch im Süden betrifft, so ist das von Felix und Lenk häufig erwähnte Thal des Rio de las Balsas topographisch unbedeutend; es ist in seinem oberen Theil eine Cañonartige Bildung, durch welches die Kreideketten bis zu ihrem Eintritt in die Mesa central ununterbrochen hindurchstreichen. Selbst in seinem breitesten Theile, welcher bereits der Westabdachung des mexicanischen Gebirges angehört, erreicht das Thal nirgends eine Breite von 5 km.

Von einer Steilheit des Abfalles kann gar nicht die Rede sein; nehmen wir z. B. die Strecke zwischen Huetamo (427 m) und dem Plateaurand, der an jener Stelle ca. 2000 m hoch ist. Dort sind für die Ansicht von Felix und Lenk offenbar sehr günstige Bedingungen, da wir leicht Orte mit geringeren Höhenunterschieden hätten finden können. Huetamo liegt von der nächsten Stelle des Plateaurandes ca. 84 km entfernt. Wir bekommen also auf die Strecke von 84 km einen Höhenunterschied von rund 1575 m.

Wir haben die Böschungswinkel in der beistehenden Figur 8 eingetragen und dabei nicht das Bild eines übermässig steilen Abhanges erhalten. Nun müssen wir jedoch noch in Betracht ziehen, dass der Plateaurand und die Mesa central um ein Beträchtliches durch vulkanisches Material erhöht worden sind. Zeichnen wir schraffirt den Bestand der Sedimentärschichten ein, so wie wir ihn nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen vermuthen müssen, so ergiebt sich ein ausserordentlich flacher Böschungswinkel. So liegen die Verhältnisse gegen die tiefsten



Figur 8. Profil durch den Südabhang der Mesa central zum Rio de las Balsas. Maassstab 1 : 1500000.

Der schraffirte Theil stellt das Grundgebirge aus Sedimentärgesteinen dar, der weiss gelassene Theil die Decke aus vulkanischem Material.

Theile des Thales des Rio de las Balsas hin, östlich davon, im südlichen Theil von Puebla und im nördlichen von Oaxaca, hängt, wie auch Felix und Lenk hervorheben, die Mesa central mit der Mesa von Oaxaca zusammen, ein Abfall oder auch nur eine weite und tiefe Depression ist nicht vorhanden; hinzufügen kann ich, dass auch überall dort die Sedimentärgesteine in ununterbrochenen Ketten durchstreichen. Betrachten wir nun auch noch Felix und Lenk's Profile in geologischer Hinsicht. Profil No. 1 geht von Palmar nach Veracruz. Hier ist bei den Cumbres von Aculcingo die grosse östliche Bruchlinie eingetragen und stossen paläozoische Schiefer an unterer Kreide ab. Es sind jedoch an dieser Stelle nur Maltratakalke und Necoxtlaschiefer vorhanden. Das nach Osten folgende Terrain ist aber bedeutend complicirter, als Felix und Lenk annehmen; man vergleiche unser Profil. Die Unterscheidung in untere Kreide westlich von Orizaba und obere Kreide östlich von Orizaba lässt sich nicht festhalten; vielmehr finden wir in letzter Richtung sowohl Maltrata- wie Escamelakalke, jedoch keine obere Kreide; die Lagerung ist sehr gestört, theils sind Falten, theils Brüche vorhanden. Profil No. 2 ist von Veguería über Monterey nach Carrizitos gelegt. In den angeblich paläozoischen Kalken fand Aguilera *Desmoceras* und Belemniten, sie entsprechen unserer mittleren Kreide; und nach Osten folgen Gesteine, welche der Fox Hill group angehören; die Bruchlinie fällt somit hier gleichfalls fort. Das Profil No. 3 hat auf unsere Frage keinen Bezug. In Profil No. 4 sind paläozoische Schiefer eingetragen. Es sind glimmerhaltige Schiefer, welche in ihren höheren Lagen sehr thonhaltig sind und sich reinen Thonschiefern nähern. Ueber ihr Alter lässt sich zur Zeit nichts sagen, doch enthalten bei Guerrero vollkommen gleiche Schiefer in Geoden Fossilien von vermuthlich jurassischem Alter. Auch die Potreroschiefer stehen

in ihrem Aussehen diesen Schiefern oft sehr nahe; es sind eben stark metamorphosirte Thon- und Kalkschiefer. Profil No. 5 giebt zu keinen Bemerkungen Anlass.

Bei der Hypothese, dass Vulkane auf Verwerfungsspalten liegen, stützt man sich gewöhnlich nur auf Hauptvulkane, die ungefähr in einer Reihe liegen; die Nebenvulkane werden unberücksichtigt gelassen. Ich leugne nicht, dass auf Verwerfungen vulkanische Eruptionen stattfinden oder stattgefunden haben; aber es muss in jedem einzelnen Fall der Nachweis dafür erbracht werden. Bei dieser Hypothese geht es wie bei der besprochenen. Auf Grund schlechter Karten in kleinem Maassstabe hat man in entlegenen Ländern Vulkanspalten hypostasirt. In Süd-Italien ist seit Langem nachgewiesen, dass zwischen Aetna und Vesuv jegliche Verbindung durch eine geradlinige Spalte fehlt; auch zwischen den Campi flegrei und dem Vesuv ist sie noch nicht nachgewiesen.

Die Verbindung der Vulkane Mexicos durch Linien ist eine willkürliche, weshalb auch v. Humboldt und Sapper zu anderen Resultaten kommen als Felix und Lenk. Es wäre eine verdienstliche Arbeit, auf einer Karte die Verbindung der Vulkane in allen möglichen Arten vorzunehmen, was ein eigenartiges Bild ergeben würde, besonders wenn man versuchte, die gleichaltrigen oder die mit den gleichen Gesteinen u. s. w. je in ein Schema zu vereinigen. Bei Felix und Lenk fehlen eine Anzahl Vulkane, andere sind bei der Construction der Linien unberücksichtigt geblieben. Zu diesen letzten gehört die Malinche, welche nach dem Pic von Orizaba, dem Popocatepetl und Iztacihuatl bedeutendste Vulkan Mexicos ist. Wenn die Theorie von Felix und Lenk richtig ist, dass die wichtigsten Eruptionscentren an der Stelle liegen, wo sich zwei Spaltungssysteme kreuzen, so müsste die Malinche auf einer solchen Kreuzung liegen, was nach Felix und Lenk's Zusammenstellung nicht der Fall ist. In Wirklichkeit streichen auch alle vulkanischen Gebirge im Süden Mexicos mehr oder weniger von SO. nach NW., und dabei liegen die Vulkane sowohl auf Sätteln wie in Mulden und auf den Schenkeln dieser. Felix und Lenk schreiben die Falten der Wirkung der Dislocationen zu. Diese müssten jedoch ein Terrain von ca. 500 km quer zum Streichen der Brüche gefaltet haben — so breit ist ungefähr der gefaltete Theil Süd-Mexicos. Gewiss sind da, wo die Escamelakalke sich befinden, wenig Falten, aber dafür desto mehr Brüche vorhanden. Dagegen sind die darunter liegenden Kreide- und Juraschichten, sowie die angeblich paläozoischen Schiefer stark geknickt und gefaltet. Leider reichen unsere bisherigen Kenntnisse noch nicht

weit genug, dass wir entscheiden könnten, ob mehrere Ketten und wie viele unter der secundären Decke der Mesa central vorhanden sind. Nach den mir vorliegenden Daten würde ich auf das Vorhandensein von 2 — 3 grossen Ketten schliessen. Dies zu ergründen bleibt der Zukunft vorbehalten. Jedenfalls genügen unsere Daten zur Erkenntniss, dass die Mesa central ein reichgegliedertes Grundgebirge aus Sedimentärgesteinen besitzt und dass die Plateauform erst nachträglich durch Ausfüllung der Thäler entstanden ist.

Wenn man Felix und Lenk's Anschauungen im Grossen betrachtet, möchte man fast meinen, sie wollten die Green'sche Tetraëderhypothese [1]) unterstützen, indem sie den Torsionsbruch im centralen Amerika nachweisen. Green nimmt an, dass der feste Theil der Erde Tetraëdergestalt habe, und dass dieses im äquatorialen Theil tordirt sei, wodurch er die Zweitheilung der Continente erklärt. Hier ist nicht der Ort, auf diese Hypo thesen einzugehen, doch wollte ich darauf hinweisen, dass Felix und Lenk's Bemühungen, eine grosse Transversalspalte aufzufinden, mit dieser Hypothese in Zusammenhang gebracht werden könnte.

Zum Schluss noch einige Worte über die Seenzone. Nach Norden von dem südlichen Plateaurand treffen wir auf eine fast OSO. — WNW. gerichtete Reihe von flachen Seen. Felix und Lenk erklären die Entstehung dieser Seen ganz richtig. Thalbecken sind durch vulkanisches Material, hauptsächlich Tuffe, ausgefüllt und abgedämmt worden und haben sich mit Regen- und Quellwasser angefüllt. Nur sehe ich den Zusammenhang der Seenreihe mit der angeblichen Transversalverwerfung nicht ein. Stände sie mit dieser in Verbindung, so müsste sie doch in dem Depressionsgebiet südlich von der angeblichen Bruchlinie oder auf dieser selber liegen. Wären es tektonische Seebecken, so würden sie auch eine beträchtliche Tiefe besitzen. Jedenfalls würde die vorhandene Seenzone in keiner directen Verbindung mit der angeblichen Bruchlinie stehen; irgendwelche darauf bezügliche Schlüsse kann man also aus dem Vorhandensein der Seenzone nicht ableiten. Viel wichtiger wäre eine Untersuchung, ob die Seeablagerungen seit der Quartärzeit gehoben sind.

Zusammenfassung der Resultate.

Das Gebirge von Süd-Mexico ist eine tektonisch einheitliche Masse und zwar ein Faltengebirge.

---

[1]) Lowthian Green, Vestiges of the molten globe. London 1873.

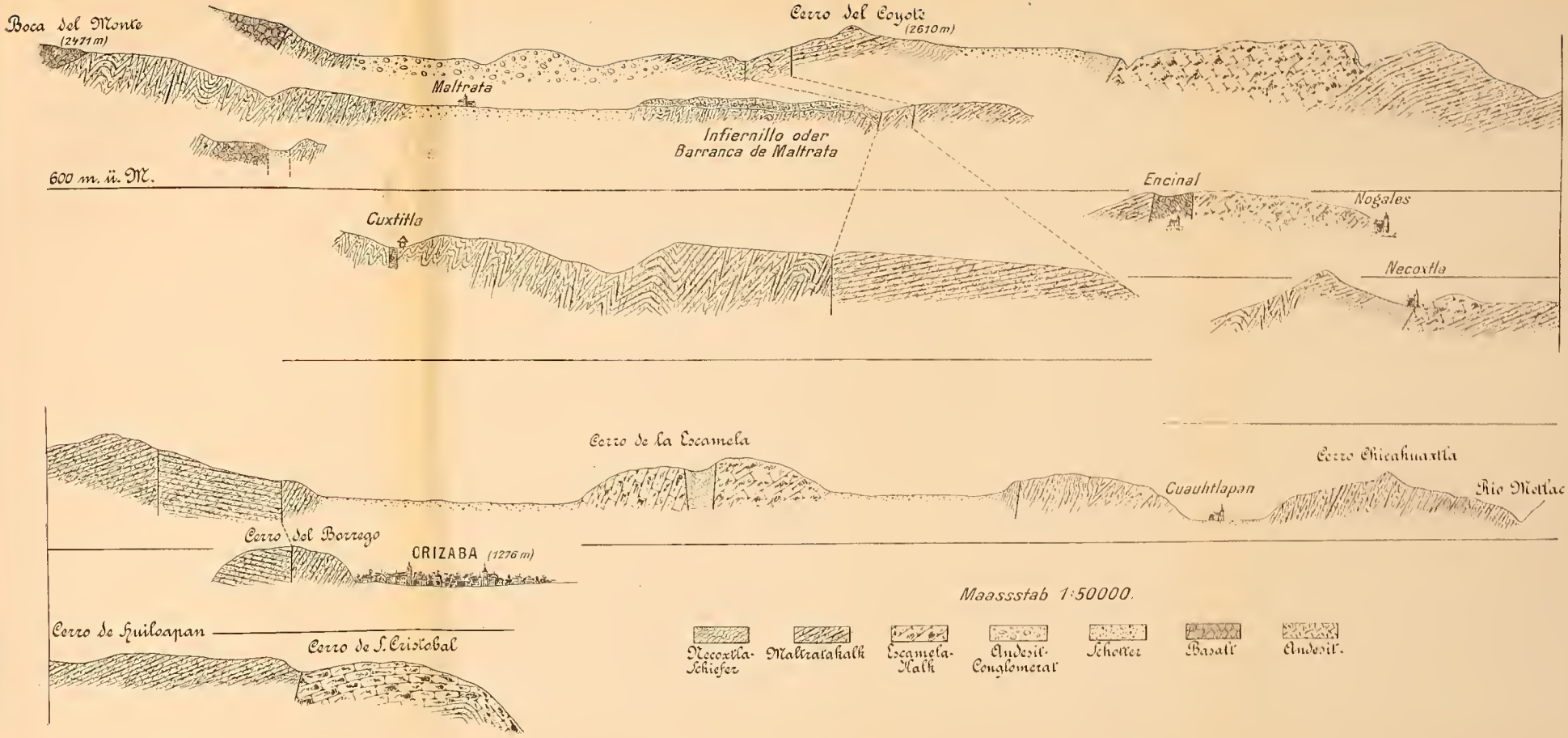
Der Beginn der Gebirgsbildung fällt im Westen in's Cenoman, im Osten in's Senon; der westliche Theil ist also älter.

Die Hauptaufrichtung erfolgte im Tertiär, so dass Theile der Escamelakalke bereits erodirt waren; weil nun die Härte und Mächtigkeit der Gesteine von grossem Einfluss auf die Tektonik ist, so ist anzunehmen, dass die Theile starker Faltung der Maltratakalke Gegenden, wo vor der Hauptaufrichtung die Erosion wirkte, entsprechen.

Das Wechseln im Streichen der Schichten ist darauf zurückzuführen, dass die gebirgsbildende Kraft nicht nur senkrecht zur Längserstreckung, sondern auch senkrecht zur Breite der Gebirge wirkt.

Das Hauptplateau Mexicos ist eine secundäre Erscheinung und nicht auf grosse seitliche Abbrüche zurückzuführen (kein Horst!), sondern entstand durch die Ausfüllung der höchsten Thäler des älteren Gebirges mit Massen von Eruptivgesteinen, vulkanischen Sanden und jungen Alluvionen. Da, wo die Thäler nicht ausgefüllt sind, d. h. wo es an Eruptionen fehlte, erscheint der Abfall stärker, da die Schichten nach Osten und Westen in Treppenbrüchen absinken.

Im Westen Mexicos geht heute eine positive, im Osten eine negative Strandverschiebung vor sich; oder besser gesagt: im Westen findet eine Meeresinvasion, im Osten eine -evasion statt.


Boca del Monte
(2471 m)
Cerro del Coyote
(2610 m)
Maltrata
Infiernillo oder
Barranca de Maltrata
600 m. ü. M.
Encinal
Nogales
Cuxtitla
Necoxtla
Cerro de la Locamela
Cerro Chicahuaxtla
Cuauhtlapan
Rio Metlac
Cerro del Borrego
ORIZABA (1276 m)
Maassstab 1:50000.
Cerro de Huiloapan
Cerro de S. Cristobal
Necoxtla-Schiefer
Maltratakalk
Locamela-Kalk
Andesit-Conglomerat
Schotter
Basalt
Andesit.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1901

Band/Volume: 53

Autor(en)/Author(s): Böse Emil

Artikel/Article: 1. Ein Profil durch den Ostabfall der Sierra Madre Oriental von Mexico. 173-210