

bei den vielen Bestimmungen, welche ich wegen der Respiration der Fische über den Luftgehalt des Flußwassers der Seine gemacht, ich in dem letzteren zu jeder Epoche zwischen 0,309 und 0,314 Sauerstoff (nie in größeren Schwankungen) gefunden habe.

Die Abhandlungen über die nächtliche Zunahme der Intensität des Schalles und über die mittlere Höhe der Continente (S. 398 — 446), welche mit den 5 Tafeln isothermer Zonen den Band beschließen, erscheinen gänzlich umgearbeitet und mit vielen Zusätzen vermehrt. Wo, bei hypsometrischen Betrachtungen, wegen der noch herrschenden Armuth an Höhenmessungen besonders in den Flachländern keine befriedigende Resultate erlangt werden können, ist es schon wichtig angenäherte Bestimmungen, d. h. Grenzzahlen (nombres limites), zu erhalten.

Tegel, den 14 September 1853.

A. von Humboldt.

Geognostische und physikalische Beobachtungen über die Vulkane des Hochlandes von Quito.

Erste Abhandlung.

(Vorgelesen in der Sitzung der Akademie der Wissenschaften zu Berlin
am 9 Februar 1837.)

Wenn Vulkanismus im weitesten Sinne des Wortes alle Erscheinungen bezeichnet, die von der Reaction des inneren, flüssig gebliebenen Theiles eines Planeten gegen seine oxydirte und durch Wärmestrahlung erhärtete Oberfläche abhängen; so können wohl nur wenige Gegenden der Erde das Schauspiel von dem mannigfaltigsten Zusammenwirken vulkanischer Kräfte in einem gleich großen Maasstabe darbieten als das Hochland von Quito. Was bei einem achtmonatlichen Aufenthalte in dieser Gegend ich von Messungen und mir wahrscheinlichen Resultaten gesammelt, ist in mehreren Theilen meines amerikanischen Reisewerks zerstreut; vorzüglich in dem geognostischen und barometrischen Nivellement der Andeskette, in dem Buche über Schichtung und Lagerung der Gebirgsarten, und in einer Abhandlung:

Esquisse d'un Tableau géologique de l'Amérique méridionale au nord de la Rivière des Amazones. Die einzelnen topographischen Beschreibungen der Vulkane, gleichsam Monographien derselben, sind noch ungedruckt geblieben. Geognostische Beschreibungen einzelner Erdräume beruhen aber auf zwei ganz verschiedenen Fundamenten: von welchen die einen abhängig von der Zeit, von dem jedesmaligen Zustande unseres fortschreitenden physikalischen und mineralogischen Wissens; die anderen durch Beziehung auf bloß räumliche Verhältnisse (auf Größe, Stellung oder Lage) unveränderlich, und da, wo Naturrevolutionen die Configuration der Erdoberfläche umgestalten, um so wichtiger sind, als sie die Möglichkeit einer numerischen Vergleichung in dem Resultate der Umgestaltung gewähren. Wo strenge Unterscheidung der Formationen nach zoologischen Charakteren, d. i. nach dem epochenweisen Zusammenleben vorweltlicher Organismen, oder nach oryctognostischen Charakteren, d. i. nach der Natur der krystallinischen Gewebe einer Gebirgsart, erheischt wird; da verliert die aufgezeichnete Beobachtung, wenn sie der Zeit und den Ansichten entrückt wird, unter deren Einfluß sie angestellt wurde, von ihrer Bestimmtheit und ihrem wissenschaftlichen Werthe. Wer ein reines und inniges Interesse für seine Wissenschaft hegt, klagt nicht, wenn er je sich entschließen muß einen Blick auf seine früheren Arbeiten zu werfen, über diese Wirkung der fortschreitenden Zeit, über ein Veralten des Stoffes. Es gewährt ihm, neben dem regen Wunsche das Halbgesehene noch einmal, und mit neuerem Wissen bereichert, wiederzusehen, das frohe, aufrichtende Gefühl der zunehmenden Erweiterung der Wissenschaft.

Ein anderer Theil des Gesammelten, der topographische, räumlich beschreibende, ist unabhängig von der Epoche des Einsammelns. Er beruht nicht auf wechselnden Ansichten, sondern auf den alten Grundfesten des mathematischen Wissens. Mit größerer Vervollkommnung der Instrumente erlangt allerdings auch die Weltstellung (astronomische Ortsbestimmung), die trigonometrische oder barometrische Höhenbestimmung (Hypsometrie) eine größere Schärfe; aber die Bedürfnisse des geognostischen und orographischen Wissens sind doch leichter zu befriedigen, als die Bedürfnisse der Astronomie, wenn diese den Stand oder Lauf der Himmelskörper bestimmen, die Gestalt und Dichtigkeit unseres Planeten ergründen, gleichsam „die Erde messen und wiegen“ soll. Seit dem Ende des letzten Jahrhunderts sind die astronomischen und geodätischen Instrumente, deren Auswahl dem Reisenden zu Gebote steht, vollkommen genug, um besonders durch geschickte Benützung feiner und dabei sicherer Winkelbestimmungen numerische Resultate zu erlangen, deren Genauigkeit innerhalb der Grenzen liegt, welche dem Zwecke der Untersuchung geeignet sind. Dieser orographische, messende Theil der Beobachtungen gewährt dazu den Vortheil, daß, wenn das Detail der Messungen (wie immer geschehen sollte) publicirt oder wenigstens aufbewahrt wird, es noch nach Jahren das Maas des Vertrauens bestimmt, welches der Arbeit zukommt, ja zu neueren und besseren Combinationen führen kann.

Indem ich freimüthig auf den Unterschied aufmerksam mache zwischen dem schnell veraltenden und dem von der Zeit unabhängigen Theile geognostischer Beobachtungen, habe ich den relativen Unwerth der Arbeit bezeichnet, welche ich

Ihnen heute vorlege. Jeder Reisende, der von Europa auch nur drei oder vier Jahre unter Verhältnissen entfernt bleibt, in denen er des wissenschaftlichen Verkehrs mit der Heimath entbehrt, fühlt schon am Tage seiner Rückkunft, wie sich mit der raschen Erweiterung der Ansichten über die Bildungs-Verhältnisse der Gebirgsmassen auch die jene Ansichten bezeichnende Sprache verändert hat. Diese Entfremdung nun veranlaßt oft einen unseligen Trieb des Anpassens und Deutens; und da zu jeder Epoche nur das allgemein gefällt, was dem herrschenden Glauben entspricht, so unterliegt nach und nach das einfach Wahrgenommene den Verstandes-Operationen einer theoretischen Deutung. Eine solche Gefahr, der es schwer ist sich ganz zu entziehen, da ein rühmliches Bestreben den Menschen antreibt den rohen empirischen Stoff durch Ideen zu beherrschen, wird um so größer und drohender, als die Zahl der Jahre anwächst, welche uns von dem Moment der wirklichen Beobachtung trennen. Wenn ich, unter den hier bezeichneten Verhältnissen, nicht ansehe zum Gegenstand meiner Abhandlungen Fragmente aus den noch ungedruckten südamerikanischen Tagebüchern zu wählen: so gründet sich dieser Muth auf den festen Vorsatz das Beobachtete größtentheils mit denselben Worten wiederzugeben, in denen es an Ort und Stelle niedergeschrieben wurde, auch das Beobachtete von den späteren Deutungen zu trennen; es gründet sich dieser Muth auf die Berichtigung der Nomenclatur der Gebirgsarten, welche die oryctognostische Untersuchung der kleinen mitgebrachten Sammlungen gestattet; er gründet sich endlich (und dies ist das eigentliche Motiv der Bekanntmachung) auf die Ansicht, daß der größte Theil meiner geognostischen Arbeiten am Abhänge

der Vulkane von Duito vorzugsweise Raumverhältnisse, Gestalt-Beschreibungen der Oberfläche, und die nicht veraltende physikalische Topographie eines wundervollen und seitdem nirgend beschriebenen Landstrichs berührt.

In der langen, mauerartig hingehetzten, bald einfachen, bald zwei- und dreifach gereihten, und dann durch schmale Querslöcher gegliederten Andeskette verkündigt sich regelmäßig und fast periodisch die Nähe thätiger Vulkane durch das plötzliche Auftreten gewisser Gebirgsarten, welche die vormals sogenannten uranfänglichen, wie die schiefrigen und sandsteinartigen Uebergangs- und Flöz-Formationen trennen. Ein so leicht zu beobachtendes Phänomen mußte früh die Ueberzeugung anregen, daß jene sporadischen Gebirgsarten der eigentliche Sitz vulkanischer Erscheinungen wären und daß sie die vulkanischen Ausbrüche bedingten. Was damals (um unter einem eingeschränkteren Gesichtspunkte hier bloß an die mineralogische Zusammensetzung zu erinnern) in Südamerika als eine eigene Art quarzloser Grünstein- und Syenit-Porphyre beschrieben ward, nahm später in Europa die Benennung Trachyt an: ein Name, durch welchen Hauy's *Distribution minéralogique des Roches* den älteren, mehr charakteristischen Namen *Domit* verdrängte. Die neueste Zeit hat gelehrt, daß jene durchbrechenden Massen (bald als kraterlose Glocken emporgehoben, bald durch die vulkanischen Mächte dergestalt geöffnet, daß eine permanente Verbindung zwischen dem Inneren der Erde und dem Luftkreise gebildet wird) unter verschiedenen Zonen nicht immer dieselbe Zusammensetzung darbieten. Es sind bald eigentliche Trachyte, welche der Feldspath charakterisirt, wie am Pic von Teneriffa und am Siebengebirge bei

Bonn, wo sich etwas Albit dem Feldspath beigefellt, Feldspath-Trachyte, die als thätige Vulkane häufig Obsidian und Bimsstein erzeugen; bald sind es Melaphyre, doleritartige Gemenge von Labrador und Augit, der Basalt-Formation näher stehend, wie am Aetna, auf Stromboli und am Chimborazo; bald ist Albit mit Hornblende vorherrschend, wie in den neuerlich sogenannten Andesiten der Vulkane von Chili, in den prächtigen als Diorit-Porphyr beschriebenen Säulen von Pisco bei Popayan, am Fuße des Vulkans von Purace, oder im mericanischen Vulkan von Toluca; bald sind es endlich Leucitophyre, Gemenge von Leucit und Augit, wie in der Somma, der alten Wand des Erhebungs-Kraters des Vesuv. Ueber diese wichtige Unterscheidung der Gebirgsmassen, durch welche vulkanische Ausbrüche sich einen Weg gebahnt haben, ist durch Gustav Rose's vortreffliche chemische und krystallographische Zergliederung der Feldspath-Gruppe ein neues, einem Theile der Geognoste wohlthätiges Licht verbreitet worden. Wenn ich in diesen Worten gleichsam nur das gewichtvollere Urtheil wiederhole, das an demselben Orte mein vieljähriger Freund, Leopold von Buch, ausgesprochen; so geschieht es zugleich, um an ein Epoche machendes und durch viele Zusätze bereichertes Werk dieses großen Geognosten zu erinnern, welches alles, was er über die Natur der vulkanischen Erscheinungen ergründet hat, in lichtvoller Darstellung umfaßt. Die französische Ausgabe der Physicalischen Beschreibung der canarischen Inseln, welche so ansehnlich bereichert worden ist, enthält unter der Abtheilung: Central- und Reihen-Vulkane die lebendigste und vollständigste Schilderung der Feuerausbrüche des ganzen Erdkreises, so weit

derselbe bisher einer wissenschaftlichen Bestrebung zugänglich gewesen ist.

Die Vulkane des Hochlandes von Quito, mit denen ich mich in dieser Abhandlung beschäftige, gehören, nach den trefflichen geographischen Arbeiten von La Condamine, Bouguer und Pedro Maldonado, zu den Reihen-Vulkanen, deren Gruppierung in zwei, durch ein schmales Längenthal getrennten Cordilleren am frühesten richtig erkannt worden ist. Es finden daher, durch die Vergleichung mit analogen Thatsachen, meine eigenen Beobachtungen in der eben erwähnten Aufzählung der gesammten Erscheinungen das, was Vergleichung und Verallgemeinerung der Ideen immer gewähren: erhöhtes Interesse, Berichtigung der Ansichten, und eine Klarheit, die wie aus fernem Lichtpunkten zurückstrahlt.

Ehe ich zu der Beschreibung des Vulkans von Pichincha übergehe, muß ich, zu besserer Orientirung und genauerer Erläuterung der Lage der Hochebene, auf einige Resultate von Messungen aufmerksam machen, die, einzeln genommen und auf das Niveau der nahen Sübsee bezogen, freilich keine große geognostische Wichtigkeit haben würden, aber bei Betrachtung des stufenweisen Zunehmens der Bodenhöhe in an einander gereihten Längenthälern mannigfaltiges Interesse gewähren. Neue Bestimmungen waren hier um so nothwendiger, als die barometrischen der französischen Astronomen zur Zeit der berühmten Gradmessung den dreifachen Fehler einer Vernachlässigung der Temperatur-Correction, einer irrigen Annahme des mittleren Luftdruckes an der Meeresfläche und einer Nicht-Berücksichtigung des Einflusses der stündlichen Variationen der Barometer-Höhe darboten. Durch zufällige Compensationen nähern sich allerdings

bisweilen La Condamine's Resultate den, immer sehr befriedigend übereinstimmenden von Boussingault und mir; an den meisten anderen Punkten sind aber die Unterschiede beträchtlich, bald positiv, bald negativ, und immer von sehr ungleichem Werthe: so daß die älteren relativen Bestimmungen, überall, wo von den ungleich gehobenen Bergebenen über dem großen vulkanischen Heerde von Quito die Rede ist, nur wenig Vertrauen verdienen. Diese Mängel wirken natürlich auch auf die absoluten Resultate trigonometrisch gemessener Höhen, da bekanntlich bei diesen Operationen die Standlinien (Basen), an deren Endpunkte sich die Höhenwinkel der Berge anlegen, nicht in der Küstenebene lagen, und daher jede solcher Bergmessungen in der Andeskette nothwendig aus einer trigonometrischen und barometrischen zusammengesetzt ist.

Wenn man einen Blick wirft auf den Entwurf einer hypsometrischen Karte¹, in der ich, nach sorgfältigen Discussionen der neuesten astronomischen Ortsbestimmungen, zuerst versucht habe das Streichen, die Mächtigkeit und die mannigfaltige Gliederung der, vorher auf allen Karten von Südamerika so verunstalteten Andeskette darzustellen und alle wichtigen Höhenverhältnisse einzutragen, welche bis dahin bekannt geworden waren; so sieht man, daß die seit der französischen Gradmessung so berufene Bifurcation der

¹ Esquisse hypsométrique des Noeuds de Montagnes et des Ramifications de la Cordillère des Andes depuis le Cap de Horn jusqu'à l'Isthme de Panama et à la Chaîne littorale du Venezuela 1827—1831, Pl. 5 im Atlas géographique et physique de la Relation historique du Voyage de Mr. de Humboldt.

Cordillere nur von 3° 15' südlicher bis 2° 20' nördlicher Breite statt findet: zwischen dem Bergknoten von Lora, der durch die herrlichen China-Wälder seines östlichen Abhanges berühmt ist, und dem Bergknoten der Quellen des großen Magdalenaströmes. Nördlich und südlich von dieser Parallele der äußersten Bergknoten von Peru und Neu-Granada (Cundinamarca) sind die Andes in drei minder gleichlaufende Zweige getheilt. Die Breite der Bergketten wurde sogar ehemals gegen Osten aus Gründen vermehrt, die man in einer wunderbaren Sprachunwissenheit suchen muß. Wo in der Karte von La Cruz Olmedilla, dem Fundamente aller englischen, französischen und deutschen Karten, die 40 Jahre lang erschienen sind, die Worte standen: „hier wachse wilder Cacao, aqui hay montes de Cacao“, haben berühmte Geographen Schneeberge in ihre Karte eingetragen: weil sie das in der spanischen Colonie allgemein übliche Wort Monte (Wald) für Berg (Cerros, Serranias) nahmen, und dabei vergaßen, daß Theobroma Cacao nur in den heißesten Ebenen bei einer mittleren Temperatur von 23° R. gedeiht. Auch im reinsten europäisch-spanischen Dialect heißt monte alto Wald mit hohem Baumwuchs.

Das große Längenthal, das sich zwischen den beiden oben genannten Bergknoten hinzieht, hat über 60 geographische Meilen (15 auf 1⁰) Ausdehnung, aber nur eine mittlere Breite von 5 Meilen. Es ist durch Quersjöcher in fünf kleinere Becken getheilt, deren Boden zu einer sehr ungleichen Höhe über der Meeresfläche sich erhebt. Die Hochebenen, welche diesen Thalboden bilden, sind die drei südlicheren, in denen Cuenca, Tacunga und Quito liegen, 1350, 1320 und 1340 Toisen hoch, merkwürdig überein-

stimmend; dann folgt die 1582 bis 1650 Toisen hohe Ebene de los Pastos; das vulkanische Tibet von Amerika, doch noch 355 Toisen niedriger als der Thalboden um den, von Pentland, Meyen und d'Orbigny neuerlichst besuchten See von Titicaca. Das nördlichste, fünfte Bassin, von Almaguer, sinkt plötzlich bis zu 1164 Toisen herab.

Von den Quersöchern ist nur eines wichtig, der Paß von Assuay, mit Ruinen von Inca-Schlössern bedeckt. Den höchsten Punkt desselben habe ich, da, wo der Weg über die Ladera de Cadlub führt, mehr als 14500 Fuß (2428 Toisen) hoch gefunden. Nur 400 Toisen tiefer steht der Palast des Inca Tupac-Dupanqui, mit Resten von Bädern, die (man muß es hoffen) mit erwärmtem Wasser in diesem unwirthlichen Klima gefüllt wurden. Da Pentland's Messungen in der westlichen Cordillere von Bolivia, wo der Sahama und Parinacota zu 20970 und 20670 Pariser Fuß, also höher als der Chimborazo, sich erheben, zu der Meinung verleitet haben, es müßten alle Structur-Verhältnisse in jenen südlichen Breiten colossaler als in der dem Aequator nahen Zone sein; so mache ich hier darauf aufmerksam, daß der Paß über das Quersoch des Assuay, wo die große Handelsstraße von Quito nach Cuenca und Lima geht, unter allen von Pentland gemessenen Pässen nur von zweien (und um ein sehr Geringes) an Höhe übertroffen wird. Der Paß über die Altos de Toledo ist 25 und der von Chullunquani 17 T. höher. Denn überall verhalten sich die mittleren Höhen der Gebirgsrücken, deren Minima die Pässe uns kennen lehren, nicht wie die einzelnen Gipfel, wie die Culminationpunkte der Ketten. Eine graphische Darstellung der Alpen und Pyrenäen (die letzteren haben

bekanntlich einen sehr hohen Rücken bei geringer Höhe der einzelnen Gipfel) bekräftigt diese Betrachtungen.

Da man von dem Felskamme des Vulkans von Pichincha hinweg über die menschenleeren und undurchdringlichen Waldungen der Yumbos und der Provinz de las Esmeraldas in die Südsee hineinblickt, und da schon westlich von den Fels-Inseln Puna und St. Clara (el Amortajado) bei sehr heiterem Wetter der Chimborazo auf der Schifffahrt von Lima nach Guayaquil gesehen werden kann; so ist der wahre Abstand der Küste von den westlichen Cordilleren ein Gegenstand, mit welchem ich mich besonders beschäftigen mußte. Die zu bestimmende Entfernung hängt hauptsächlich von der Längen-Differenz zwischen den Städten Quito und Guayaquil, von dem Azimuth und dem Höhenwinkel der Spitze des Chimborazo, wie dieselbe auf dem Littoral von Guayaquil gesehen wird, ab. Ich muß mich hier begnügen zu bemerken, daß die Zweifel, welche der Capitän Basil Hall gegen die von mir gefundene Länge von Guayaquil erhoben hatte, durch die letzte große englische Expedition in den Schiffen Adventure und Beagle (Capitäne King, Stokes und Fitz-Roy) zur Aufnahme der Küste von West-Patagonien bis Guayaquil völlig und zu meiner Rechtfertigung gelöst worden sind. Nach den erst vor wenigen Monaten von Sir John Barrow bekannt¹ gemachten Resultaten der Expedition ist Guayaquil, ungeachtet die Zeit von einem sehr fernen Punkte, Valparaiso, übertragen wurde, bis auf 17 Zeitsecunden mit meiner, nur

¹ Journal of the Royal Geogr. Soc. Vol. VI. 1836 p. 337.