

mit ihren Kratern sind nur verschiedene Auswege dieses Heerdes. Wenn Vulkanismus im weitesten Sinn des Wortes alle Erscheinungen bezeichnet, welche von der Reaction des Inneren eines Planeten gegen seine oxydirte Oberfläche abhängen; so ist dieser Theil des Hochlandes mehr als irgend ein anderer in der Tropengegend von Südamerika der permanenten Wirkung des Vulkanismus ausgesetzt. Auch unter den glockenförmigen Augit-Porphyrten, welche wie die des Chimborazo keinen Krater haben, toben die vulkanischen Mächte. Drei Tage nach unserer Expedition hörten wir in dem Neuen Riobamba, um ein Uhr Nachts, ein wüthiges unterirdisches Krachen (bramido), das von keiner Erschütterung begleitet war. Erst drei Stunden später erfolgte ein heftiges Erdbeben ohne vorhergehendes Geräusch. Aehnliche bramidos, — alle, wie man glaubt, vom Chimborazo kommend — wurden wenige Tage vorher in Calpi vernommen. Dem Bergcolos noch näher im Dorfe San Juan, sind sie am häufigsten. Solch ein unterirdisches Krachen erregt die Aufmerksamkeit der Eingebornen nicht mehr, als es ein ferner Donner thut aus tiefbewölktem Himmel in unserer nordischen Zone.

Dies ist ein Theil der Beobachtungen, welche ich bei der Besteigung des Chimborazo gesammelt und aus einem ungedruckten Reisejournale einfach mitgetheilt habe. Wo die Natur so mächtig und groß, und unser Bestreben rein wissenschaftlich ist, kann die Darstellung jedes Schmuckes der Rede entbehren.

Anmerkungen.

¹ (S. 133.) Es ist hier der Ort die Zahlen zusammenzustellen, welche nach dem gegenwärtigen Zustande unserer hypsometrischen Kenntnisse (Frühjahr 1850) die culminirenden Punkte der Gebirgsketten in beiden Continenten ausdrücken. Da neben den Schwankungen in den Meinungen auch die unsorgfältigen Reductionen der Maaße Ursach von den so verschiedenen Angaben in Büchern und Karten geworden sind, so gebe ich die wichtigsten Höhen hier zugleich in englischen Fuß, Toisen und Metern an.

Die höchsten Gebirgsgipfel von Indien sind 70 bis 80 Jahre später bestimmt worden als die der amerikanischen Cordilleren. Erst in den Jahren 1819 bis 1825 wurde durch die vereinten rühmlichen Arbeiten englischer Reisenden (Hodgson, Webb, Herbert, William Lloyd, der Gebrüder Gerard) ergründet, daß in dem Theil der Himalaya-Kette, welcher von Osten gegen Westen streicht, als die beiden Culminationspunkte der Dhawalagiri (weiße Berg) und der Jawahir (Djawahir) gelten mußten. Dem Dhawalagiri (Br. 28° 40', Länge 80° 59' östl. von Paris) wurden 26345 Pariser Fuß = 4391 Toisen = 8558 Meter = 28077 engl. Fuß; dem Jawahir (Br. 30° 22', Länge 77° 37') 24160 Pariser Fuß = 4027 Toisen = 7848 Meter = 25749 engl. Fuß zugeschrieben. Die Messung des Dhawalagiri, den der tyroler Jesuit Tieffenthaler schon 1766 unter dem Namen Montes Albi qui Indis Dolaghir, nivi obsiti, in seine Karte des Himalaya eintrug, ist ungewisser und in Briefen von Colebrooke an mich für irrig erklärt (vergl. meine *Asie centrale* T. III. p. 281—290 und *Kosmos* Bd. I. S. 41). Durch Briefe, welche ich von meinem Freund, dem kenntnißvollen Botaniker der letzten Südpolar-Expedition Dr. Joseph Hooker, aus Darjiling in Sikkim-Himalaya (Sommer 1848) erhielt, kam mir die Nachricht, daß im Meridian von Sikkim zwischen dem Dhawalagiri und Schamalari, zwischen Butan und Nepal ein Berg, der Kinchinjinga oder Kintschin-Oschunga, vom Oberst Waugh, Director of the trigonometrical Survey of India, mit vieler Genauigkeit gemessen worden ist, dessen westlicher Schneegipfel 26439 Pariser Fuß = 4406 Toisen = 8588 Meter = 28178 engl. Fuß über dem

Meere erreicht. Der östliche Schneegipfel ist 25356 Par. Fuß = 4226 Toisen = 8236 Meter = 27826 engl. Fuß hoch. (Vergl. Journal of the Asiatic Soc. of Bengal Nov. 1848, Vol. XVII. Part 2. p. 577.) Der merkwürdige Coloss Kinchinjunga ist abgebildet auf dem Titelfupfer des Prachtwerks von Joseph Hooper: *The Rhododendrons of Sikkim-Himalaya 1849*. Er ist 379 Toisen (2274 Par. Fuß) höher als der Jawahir, und mit solcher Sicherheit gemessen, daß 7 Resultate der trigonometrischen Operation von Mr. Waugh aus verschiedenen Stationen nur zwischen 28125,7 und 28212,8 engl. Fuß schwanken. Die in der Ebene gemessene Standlinie hatte 36685 engl. Fuß Länge. Nach einer neueren Messung des Dhawalagiri wird in der Monographie der Rhododendra der Kinchinjunga jetzt auch für höher als dieser Berg erklärt. Es scheint aber, als wäre zwischen beiden und einem dritten riesenartigen Gipfel, dem Deodangha, ein so geringer Unterschied, daß man ungewiß ist, ob derselbe nicht dem Fehler der Messung zuzuschreiben sei. Alle drei sind gewiß etwas über 28000 feet (über 26272 Par. Fuß) hoch. »Mr. Waugh concludes (schreibt mir Dr. Joseph Hooper aus Darjiling unter dem 26 April 1849) that there can be but little difference between *Dhawalagiri*, *Kinchinjunga* and *Deodangha*, that no other Peaks approach these.«

Für die zwei culminirenden höchsten Punkte der Cordilleren des Neuen Continents sind achtzehn Jahre lang, von 1830 bis 1848, gehalten worden: der Nevado de Sorata, der südlichste Pic dieses Schneeberges, etwas südlich von dem Dorfe Sorata oder Esquibel, in der östlichen Kette von Bolivia; und der Nevado de Illimani, westlich von der Mission Tupana, ebenfalls in der östlichen, von der Meeresküste entferntesten Kette von Bolivia. Es wurden damals beiden Bergen folgende Höhen zugeschrieben: dem Sorata (südl. Br. $15^{\circ} 51'$ und Länge westlich von Paris $70^{\circ} 54'$) 23692 Pariser Fuß = 3949 Toisen = 7696 Meter = 25250 englische Fuß; dem Illimani (Br. $16^{\circ} 39'$, Länge $70^{\circ} 9'$) 22519 Par. Fuß = 3753 Toisen = 7315 Meter = 23999 engl. Fuß. Diese hypsometrischen Bestimmungen hat Pentland, welcher lange politischer Agent des englischen Gouvernements in dem Freistaat Bolivia war, im Jahr 1827 gemacht und sie Hrn. Arago mitgetheilt, um sie in dem *Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1830* (p. 323) zu veröffentlichen. Sie sind seitdem leider in allen Sprachen, durch alle Schriften, die von Berghöhen handeln, wie in vielen hypsometrischen Gebirgsprofilen verbreitet worden. Seit dem Erscheinen der großen und schönen Karte von dem Becken der Laguna de Titicaca, die Hr. Pentland im Junius 1848 zu London herausgegeben (Titel: *La Laguna de Titicaca and the valleys*

of Yucay, Collao and Desaguadero in Peru and Bolivia), haben wir aber gelernt, daß die obigen Angaben der Höhen des Sorata und Illimani um 3716 und 2675 Pariser Fuß zu groß sind. Die Karte gibt dem Sorata 21286, dem Illimani 21149 englische Fuß, d. i. nur 19972 und 19843 Pariser Fuß (3328 und 3307 Toisen). Eine genaue Berechnung der trigonometrischen Operationen von 1838, bei einem zweiten Aufenthalte in Bolivia, hat Hrn. Pentland diese neuen Resultate gewährt. Es war also 18 Jahre lang, von 1829 bis 1848, irrigerweise behauptet worden, daß der Chimborazo, den ich 20100 Par. Fuß = 3350 Toisen = 6530 Meter = 21422 engl. Fuß gefunden, um volle 3592 Par. Fuß (oder 3827 engl. Fuß) niedriger sei als der Sorata; ja daß der letztere nur um 2653 Par. Fuß (oder 2828 engl. Fuß) dem höchsten Gipfel des Himalaya, dem Dhawalagiri, nachstehe. Ich habe selbst viel zu der Verbreitung dieser Ansichten beigetragen. Wir wissen jetzt, daß der Sorata um 126 Fuß niedriger ist als der Chimborazo, um 6371 Par. Fuß (oder 6791 engl. Fuß) niedriger als der Dhawalagiri. Von den beiden trigonometrischen Messungen des Pic von Teneriffa, welche Vorda auf den zwei Expeditionen von 1771 und 1776 (der ersteren mit Pingré, der zweiten mit Chastenet de Puységur) machte, war die erste auch um 1224 Par. Fuß irrig. Ein Winkel war aus Versehen zu $33'$ statt zu $53'$ in das Register eingetragen worden. Vorda und Pingré gaben dem Pic von Teneriffa nach der Operation auf der Insel 1742, unter Segel aus Höhenwinkeln in supponirter Entfernung geschlossen, gar nur 1701 Toisen Höhe über dem Meerespiegel. Aus der vortrefflichen trigonometrischen Operation von 1776 wurden 1905 Toisen geschlossen, während die Barometer-Messung, die ich nach der Formel von Laplace auf's neue berechnet habe, 1976 Toisen gab. Vorda's früherer Irrthum betrug also 1200 Fuß und $\frac{1}{3}$ des Ganzen, während am Sorata der Irrthum von 3700 Fuß $\frac{1}{3}$ der Höhe ist. (Vergl. mein *Voyage aux Régions équinoxiales* T. I. p. 277—283, wo ich Fragmente aus einem bisher nicht veröffentlichten Manuscripte Vorda's, das in dem *Dépôt de la Marine* zu Paris aufbewahrt wird, bekannt gemacht habe.)

Wenn aber auch der Sorata und Illimani dem Chimborazo an Höhe nachstehen, so kann dieser wahrscheinlich doch nicht mehr als der Culminationspunkt des ganzen Neuen Continents betrachtet werden. Die Officiere von der Expedition der *Adventure* und des *Beagle* unter der Anführung des Capitäns Fitz-Roy haben im August 1835 den Nevado de Aconcagua (Br. $32^{\circ} 39'$) im Nordosten von Valparaiso durch Höhenwinkel gemessen und ihn zwischen 23000 und 23400 engl. Fuß gefunden. Schätzt man ihn zu 23200 feet oder 21767 Par. Fuß,

so ist er 1667 Par. Fuß höher als der Chimborazo. (Narrative of the Voyages of the Adventure and Beagle Vol. II. 1839; Proceedings of the second expedition, under the command of Capt. Fitz-Roy, p. 481; Darwin, Journal of Researches 1845 p. 253 und 291.) Nach neueren Berechnungen derselben Winkel von Pentland soll der Aconcagua 23910 engl. Fuß = 22434 Par. Fuß = 3739 Toisen haben (Mary Somerville, Phys. Geography 1849 Vol. II. p. 425.) Der Berg wäre also 2334 Par. Fuß höher als der Chimborazo. In derselben westlichen vulkanischen Cordillere von Bolivia giebt die schöne Karte von Pentland 4 andere Pico östlich von Arica zwischen Br. $18^{\circ} 7'$ und $18^{\circ} 25'$ an, welche alle die Höhe des Chimborazo übersteigen. Es sind der Sahama, Parinacota, Gualateiri und Pomarape. Der höchste derselben (der Sahama) soll 20971, der niedrigste (der Pomarape) 20360 Par. Fuß hoch sein. Der erste wäre 1463 Par. Fuß niedriger als der Nevado de Aconcagua, aber 871 Fuß höher als der Chimborazo. Ich halte es für nicht unwichtig periodenweise numerisch zu registriren, was wir von der Gestalt der Oberfläche unseres Planeten wissen oder glauben. Leider gehören aber nach meiner Ansicht die Culminationspunkte der Massen-Erhebungen zu den isolirteren Phänomenen, wenn sie gleich, wie die unfruchtbaren Besteigungen hoher Schneeberge, die Aufmerksamkeit der Menge übermäßig fesseln.

² (S. 135). Meine trigonometrische Messung der Höhe des Chimborazo über dem Spiegel der Südsee geschah im Junius 1803 in der mit Bimsstein bedeckten Hochebene von Tapia unsern der neuen Stadt Niobamba, zwischen der Kirche La Merced und dem Kloster des heil. Augustinus. Die Grundlinie hatte eine Länge von $1702^m,49 = 874$ Toisen. Der dritte Theil derselben wurde zweimal gemessen. Die Entfernung des Endpunkts A der Basis von dem Gipfel des Berges ergab sich zu $30662^m,73$; die horizontale Entfernung zu $30437^m,40$; in Bogentheilen $16^{\circ} 27',65$. Der von der Refraction befreite, mit dem Sextanten im künstlichen Horizont gemessene Höhenwinkel war in A $6^{\circ} 48' 58'',20$; woraus sich die Höhe des Gipfels des Chimborazo über der Ebene der Grundlinie zu $3639^m,35 = 1867',25$ ergab. Nun liegt nach meiner barometrischen Bestimmung die Hochebene Tapia $2891^m,2 = 1482',8$ über dem Meeresspiegel (Boussingault fand in einer anderen Jahreszeit, bei anderer Wärme-Abnahme der auf einander liegenden Luftschichten, 11 Toisen weniger); die ganze Höhe des Chimborazo ist demnach $6530^m,5 = 3350$ Toisen oder 20100 Pariser Fuß.

Nach der Refractions-Formel von Laplace, gegeben in der Mé-

canique céleste, würde sich der Chimborazo mit Wirkung der Strahlenbrechung zu $3637^m,75$; ohne Refraction zu $3645^m,32$ ergeben. Damit das Resultat der ganzen Höhe um $21^m,4$ verschieden ausfalle, müßte der Irrthum der Grundlinie 10 Meter betragen. Wäre der Höhenwinkel um $10''$ falsch, so würde der Einfluß auf die ganze Höhe nur $1^m,5$ sein. (Vergl. über die einzelnen Theile der ganzen Messung Oltmanns in meinem Recueil d'Observations astronomiques: Introd. Vol. I. p. LXXII — LXXIV.) Mein Resultat der Höhe des Chimborazo fällt zwischen die Bestimmungen von La Gondamine und Don Jorge Juan, nähert sich aber um 30 Toisen dem letzteren. Wenn man die Complicationen bedenkt, welche den Höhen-Resultaten in den Cordilleren entgegen standen zu einer Zeit, wo man die Temperatur-Correction entweder gar nicht oder nach sehr unrichtigen Methoden bei Barometer-Messungen anwandte, und doch in der Nothwendigkeit war geodätische Operationen, wie bei der gemessenen Grundlinie (base) zwischen Caraburu und Dyambaro oder bei Quito, von 1350 und 1500 Toisen Höhe auf den Meeresspiegel zu reduciren; so werden die großen Unterschiede erklärlich, welche Resultate darbieten, denen bei den französischen und spanischen Astronomen dieselben Beobachtungen zum Grunde lagen. Andere Combinationen führten zu anderen hypsometrischen Bestimmungen. Bouguer und La Gondamine geben dem Chimborazo 3220, Don Jorge Juan und seine Mitarbeiter 3380 Toisen. Die Höhe von Quito, welche allerdings La Gondamine und Bouguer schon 32, ja nach Boussingault selbst 36 Toisen (216 Fuß) zu niedrig glaubten, wirkt nicht unmittelbar auf diese Unterschiede, weil die Höhe der Schneeberge nicht von ihr abhängt, sondern vielmehr von der Reduction der zwischen Caraburu und Dyambaro in der Ebene von Yaruqui gemessenen Grundlinie auf den Meeresspiegel mittelst einer Reihe von Dreiecken, deren Stationspunkte meist zwischen 1800 und 2200 Toisen hoch liegen. Einen auffallenden Beweis von der Unsicherheit so complicirter Combinationen giebt Don Jorge Juan selbst, da er nach verschiedenen Hypothesen die Grundlinie von Caraburu zu 1155, 1214, 1268 und 1283 Toisen (Unterschiede von 678 Fuß) angiebt. Von 4 Stationen aus wurden Höhenwinkel des Gipfels des Chimborazo genommen, dem Berge am nächsten und doch nur von $4^{\circ} 19' 55''$ in Mulmul; aber Mulmul selbst konnte erst mittelst Dreiecke und der dazu gehörigen Reihe von Signalen in einer Entfernung von 22 geogr. Meilen mit der Grundlinie in Yaruqui verbunden werden. Wie die Reduction dieser Grundlinie und aller Signale auf den Meeresspiegel geschahen, um zugleich die absolute Höhe des Chimborazo zu bestimmen, wissen wir nur sehr unvollkommen. Man erfährt bloß im allgemeinen,

daß zu dieser Reduction das *Cacumen lapideum* des Pitchincha und die weit gegen die Küste hin sichtbaren zwei Pyramiden des Nevado de Illiniza, welche ich abgebildet in den *Vues des Cordillères Pl. XXXV*, gebraucht worden sind. Den Nucu-Pichincha nehmen aber die französischen Akademiker schon 2491 bis 2432, 69 Toisen (414 Fuß) zu niedrig, an. «Je ne pouvois partager, en août 1740, avec Mr. Bouguer», sagt La Condamine, «les fatigues d'une course pénible et laborieuse de près de deux mois, dans la Province d'Esmeraldas, pour déterminer, dans un lieu dont la hauteur au dessus de la mer fut connue, celle de quelques-unes de nos montagnes, afin de pouvoir réduire au niveau de la surface de la mer la valeur du degré que nous avions mesuré sur le haut de la Cordelière. L'observatoire de Mr. Bouguer (le point d'où il pouvoit voir Illiniza) étoit établi dans l'Isle de l'Inca sur la rivière d'Esmeraldas. — En mars 1741 j'étois occupé d'un travail peu agréable sur la hauteur absolue des montagnes. J'étois bien sur que le travail de Mr. Bouguer à l'Isle de l'Inca et les angles observés à Papa-ourcou près du Cotopaxi comme au Quinché, où nous avons opéré ensemble, n'avoit pas besoin de vérification, et d'autant moins, que cent toises d'erreur sur la hauteur des montagnes n'auroient pas changé de deux toises la longueur du degré. La multiplicité des élémens de cette supputation, et le long circuit qu'il falloit faire pour atteindre le but, ne me rebutèrent point: je fis le calcul tout au long; et après un travail opiniâtre je trouvai la distance de l'observatoire de l'Isle de l'Inca au sommet d'Illiniza, la hauteur de cette montagne et celle de Pitchincha les mêmes, à 2 ou 3 toises (!) près, que Mr. Bouguer.» (La Condamine, *Journal du Voyage à l'Equateur* p. 94 und 111.) In der Mesure des trois premiers degrés du méridien dans l'hémisphère austral p. 52 wird angedeutet, daß die Höhe der Inca-Insel über der Südsee oder dem Ausfluß des Rio de las Esmeraldas bloß nach der Schätzung des Gefälles und der Entfernung bestimmt ist, und daß La Condamine und Bouguer in diesen Schätzungen um 12 Toisen Höhe von einander abweichen. Wie viel einfacher ist eine unmittelbare geodätische Bergmessung durch einen oder zwei Höhenwinkel aus Standpunkten einer wohl gemessenen Grundlinie, sei dieselbe auf den Gipfel gerichtet oder in bekannter abweichender Richtung! Unsere jetzigen Barometer-Formeln reduciren die Grundlinie mit großer Sicherheit auf den Meeresspiegel, um die relative Höhe in eine absolute zu verwandeln. Bouguer scheint das Anzuverlässige seiner complicirten Höhen-

bestimmungen selbst gefühlt zu haben; denn, über den Einfluß der Strahlenbrechung auf die vielen Depressions-Winkel klagend, setzt er hinzu: daß die Höhen nicht mit derselben Genauigkeit als die Entfernungen der Signale haben berechnet werden können (*Figure de la Terre* p. 119—122 und 167). Wenn die zweimonatlichen Arbeiten in der Waldebene der Isla del Inca auch nicht zu ganz sicheren hypsometrischen Resultaten geführt haben, so bleibt Bouguer doch das große Verdienst, daß er nach Pascal-Mariotte und Hallay zuerst eine wirkliche und bequeme, wenn auch unvollkommene Barometer-Formel angab. Viele Jahre mußten vergehen, ehe der barometrische Coefficient Temperatur des Quecksilbers und der Luft, geographische Breite und Abnahme der Schwere wie in Laplace-Ramond's Formel umfaßte!

Die Zweifel, welche ich hier über die Höhenmessung des Chimborazo von Bouguer und La Condamine entwickelt habe, sind allein aus der Betrachtung des Ganges der ganzen Operation, nicht aber aus zu großem Vertrauen auf das von mir gelieferte Resultat entstanden. Seit einem halben Jahrhundert habe ich auf das lebhafteste den Wunsch geäußert, daß der Chimborazo geodätisch mit genauen Instrumenten, mit Anwendung einer sorgfältiger bestimmten Grundlinie und von einem erfahreneren Beobachter möchte gemessen werden. In meiner Messung würde, wie schon Oltmanns bemerkt hat, eine Verschiedenheit von 10' 54" im dem Winkel zwischen den Endpunkten der Grundlinie und dem Gipfel; von 46,7 Toisen in der Länge der Grundlinie und 21' 58" in dem Höhenwinkel. Läge die Ursach in der Strahlenbrechung, so müßte sie, statt — 0,042 des Bogens zwischen der einen Station und dem Gipfel zu sein, sich zu — 1,39 vermehrt haben. Wird man je ein Barometer auf diesen Gipfel tragen, wie dies dem kühnen Unternehmungsgeiste der Physiker auf dem Finsterhorn, der Jungfrau und dem Schreckhorn in diesen letzten Jahrzehnten geglückt ist?

³ (S. 136.) Die höchste phanerogamische Pflanze, welche von dem Oberst Hall an dem Abhange des Chimborazo gefunden worden ist, war *Saxifraga Boussingaultii* in 2466 Toisen (14796 Fuß) Höhe; aber zu einer Zeit, wo die ewige Schneegrenze tiefer lag (s. meine *Asie centr.* T. III. p. 262). Zwischen vierzehn- und funfzehn-tausend Fuß haben wir gesammelt, von Cryptogamen: *Stereocaulon botryosum* (von *S. paschale* sehr verschieden), *Lecidea atrovirens*, *Gyrophora rugosa*, *Bryum argenteum*, *Polytrichum juniperinum*, *Grimmia longirostris* in 2380 Toisen Höhe, *Jungermannia setacea* Hoof., *Gynostomum julaceum*; von Phanerogamen: *Gentiana rupicola* und *G. cernua*, *Culcitium rufescens*, *C. nivale* (die dickwolligen