

Artikel erschienen in:

Ottmar Ette, Eberhard Knobloch (Hrsg.)

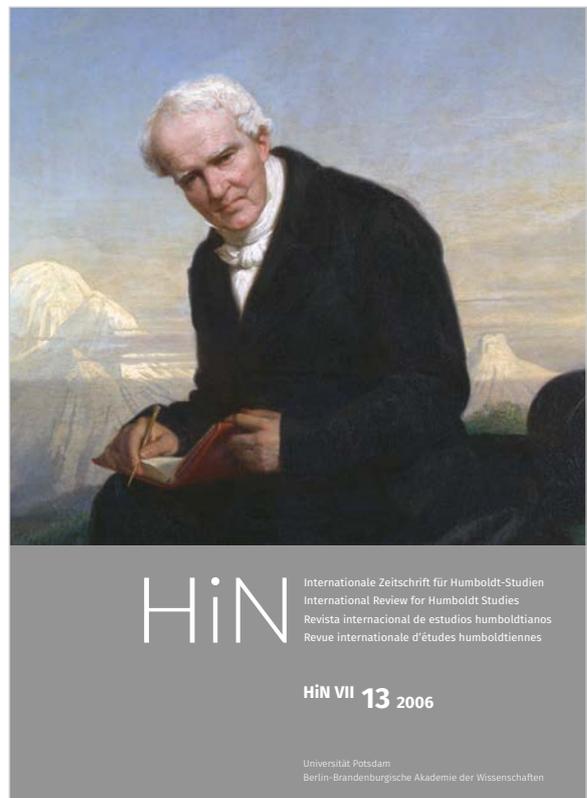
HiN : Alexander von Humboldt im Netz, VII (2006) 13

2006 – 115 p.

ISSN (print) 2568-3543

ISSN (online) 1617-5239

URN urn:nbn:de:kobv:517-opus-35709



Empfohlene Zitation:

Herbert Pieper: Die Geognosie der Vulkane, In: Ette, Ottmar; Knobloch, Eberhard (Hrsg.). HiN : Alexander von Humboldt im Netz, VII (2006) 13, Potsdam, Universitätsverlag Potsdam, 2006, S. 75–81. DOI <https://doi.org/10.18443/83>

Soweit nicht anders gekennzeichnet ist dieses Werk unter einem Creative Commons Lizenzvertrag lizenziert: Namensnennung 4.0. Dies gilt nicht für zitierte Inhalte anderer Autoren: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.de>

Alexander von Humboldt

Die Geognosie der Vulkane

Herbert Pieper

Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften

Frau Margot Faak mit allen guten Wünschen zum 80. Geburtstag gewidmet

Abstract

The paper deals with Alexander von Humboldt's researches into the „Geognosy“ of volcanoes. In the long run these researches led him to changing his views from the „neptunistic“ doctrine of Abraham Gottlob Werner to the concept of „vulcanism“.

* * *

Zum Autor

Herbert Pieper ist Mitarbeiter der Alexander-von-Humboldt-Forschungsstelle der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften.

Alexander von Humboldt¹

Die Geognosie der Vulkane

Herbert Pieper

Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften

Frau Margot Faak mit allen guten Wünschen zum 80. Geburtstag gewidmet

1. „Einen wunderbareren und großartigeren Naturanblick habe ich nie genossen“ (Humboldt): Alexander von Humboldts Begegnung mit Vulkanen

Schon spätestens Ende 1796 war es Alexander von Humboldts „reger Wunsch, ehe [er] Europa auf mehrere Jahre [verlässt], brennende Vulkane zu sehen“. Doch vor seiner Amerikareise sollte Humboldt keinen tätigen europäischen Vulkan beobachten können. Das Studium der geognostischen Verhältnisse allgemein und ins-besondere der Vulkane war bekanntlich ein wichtiger Impuls für seine Forschungsreise.

Am 5. Juni 1799 brach der 29jährige Humboldt zusammen mit Aimé Bonpland zu seiner Reise auf, die zunächst nach Teneriffa führte. Dort erstieg und untersuchte Humboldt erstmals einen nicht erloschenen Vulkan, den Pico del Teide. Weder in Venezuela noch auf Kuba gab es Vulkane zu sehen. Anders während der fast zweijährigen Andenreise. Als ersten Andenvulkan erstiegen Humboldt und Bonpland im November 1801 den südöstlich von Popayán gelegenen Puracé. Danach überstiegen sie die Paramos von Pasto. Die starken Regenfälle hinderten die Forscher daran, den Krater des Galeras aufzusuchen. Anfang Januar 1802 überquerten sie den Äquator und trafen bald darauf im Hochland von Quito ein, wo fast 70 Jahre zuvor La Condamine und Bouguer die Vermessung eines Meridianstücks durchgeführt hatten und Humboldt nun weislich auf alles achtete, was die französischen Gelehrten beschrieben hatten. Humboldt versuchte vergeblich die südöstlich von Quito gelegenen Vulkane Antisana und Cotopaxi, den höchsten aktiven Vulkan der Erde, zu ersteigen. Dreimal bestieg er den Pichincha, jenen langgestreckten Bergrücken mit mehreren Gipfeln, der die Stadt Quito überragt. Ende April 1802 erstieg er den kraterlosen Gipfel des erloschenen Vulkans Rucu-Pichincha, Ende Mai 1802 blickte er in den Krater des Guagua-Pichincha. Humboldt schrieb ins Tagebuch: „Keine Sprache hat Worte, um auszudrücken, was wir sahen.“ Im „Kosmos“ schrieb er: „Einen wunder-bareren und großar-ti-geren Naturanblick habe ich nie genossen.“ Humboldt und Bonpland wurden von nun an von Carlos Montúfar, dem Sohn ihres Gastgebers in Quito begleitet. Am 19. Juni 1802 versuchten Alexander von Humboldt und seine Begleiter vergeblich, den Tunguráhua, den damals aktivsten und noch heute aktiven Vulkan der Provinz Quito, nordöstlich von Riobamba gelegen, zu ersteigen. Vier Tage später versuchten sie, ebenfalls vergeblich, den über 6200m hohen Chimborazo zu ersteigen, einen erloschenen Vulkan, den höchsten Vulkan der Erde, der damals überhaupt als der höchste Berg der Erde angesehen wurde. Humboldt stieg auch auf den erloschenen Vulkan Yanaurcu, den schwarzen Berg im Südosten des Chimborazo.

Eine Expedition von Guayaquil ins Landesinnere, um den am 4. Januar 1804 ausgebrochenen Cotopaxi zu beobachten, musste abgebrochen werden. Von Guayaquil segelten Humboldt, Bonpland und Montúfar in Richtung Mexiko. Am 22. März 1803 landeten sie in Acapulco. Im August/September 1803 führten sie von Mexiko-Stadt aus eine längere Excursion in der mexikanischen Hochebene durch. Sie kamen auch zu den Playas des Vulkans Jorullo, den Humboldt mit Mühen erklomm, in dessen Krater er kletterte. Der Jorullo war erst 1759 entstanden, also nur vier Jahrzehnte bevor Humboldt diese Gegend bereiste. Ende September 1803 erreichte Humboldt die „schmale und schwer zu erreichende höchste Kuppe“ des Nevado de Toluca. Am 20. Januar 1804 begann die Reise von Mexiko-Stadt nach Veracruz. Dabei wurde der Cofre de Perote erstiegen. Die Frage, ob der Cofre ein Vulkan ist oder nicht, blieb damals unbeantwortet.

Anfang August des Jahres 1804 kehrten die Forscher nach Europa zurück. Im Frühjahr des folgenden Jahres reiste Humboldt zusammen mit Gay-Lussac von Paris über Rom – von nun an auch begleitet von Leopold von Buch – nach Neapel. Dort sah Humboldt zum ersten Mal den Vesuv. Sicher waren seine Eindrücke ähnliche, wie die L. von Buchs, über die dieser später berichtete: „Ich habe den Krater gesehen, ich bin hinuntergestiegen, aber ich habe von dort Nichts gebracht als einen heiligen Schauer, der mir das wunderbare Gewebe von Ursache und Wirkung nicht tiefer enträthelt.“ Von Buch, Humboldt und Gay Lussac waren im Juli und August 1805 sechs Mal auf dem Vesuv. Sie beobachteten aus der Ferne den „großen Ausbruch des Vesuvs am 12. August 1805“. In der zweiten Novemberhälfte des Jahres 1822 traf Alexander von Humboldt ein zweites Mal in Neapel ein, wo er 14 Tage blieb und dreimal den Vesuv besuchte. Einen Monat früher hätte Humboldt wieder einen Ausbruch des Vesuv erleben können.

2. „... Dinge ..., durch welche ... die Theorie der Vulcane einen nicht geringen Fortschritt gethan hat“ (von Buch) : Humboldts Beobachtungen und Erkenntnisse

Im folgenden soll an Hand einiger Beispiele an Beobachtungsergebnisse und Erkenntnisse Humboldts zur Geognosie der Vulkane erinnert werden.

Bis zur Humboldtschen Forschungsreise galten, was die Gestalt der Vulkane und die Art des Ausbruchs betrifft, der Vesuv und der Aetna als Proto-Typen.

Humboldt zeigte, dass es auch andere Typen von Vulkanen gibt. Das betrifft die Gestalt als auch die Art des Ausbruchs.

In Bezug auf ihre Gestalt unterschied Humboldt in seinem Reisebericht drei Typen von Vulkanen: „schlanke Pics mit konischer Form“, „Berge mit verlängertem Rücken“, „Höhen, welche in der Form von *Kuppeln* oder umgestürzten Glocken zugerundet sind“. In seinem Werk „Physikalische Beschreibung der canarischen Inseln“ hat Leopold von Buch die Vulkane in zwei Klassen eingeteilt: Zentralvulkane, Reihenvulkane. Diese Einteilung übernahm Humboldt später auch in seinem *Kosmos*.

In seinem Akademie-Vortrag „Über den Bau und die Wirkungsart der Vulkane in den verschiedenen Erdstrichen“ (gelesen am 24. Januar 1823)² sagte Humboldt: „Je mannichtiger der Bau der Vulcane, das heißt der Erhebungen ist, welche den Kanal umschließen, durch welchen die geschmolzenen Massen des innern Erdkörpers an die Oberfläche gelangen, desto wichtiger ist es, diesen Bau mittelst genauer Messungen zu ergründen. Das Interesse dieser *Messungen, die in einem andern Welttheile ein besonderer Gegenstand meiner Untersuchungen gewesen sind*, wird durch die Betrachtung erhöht, daß das zu messende an vielen Punkten eine veränderliche Größe ist.“

Er sprach von der „Pflicht des reisenden Geognosten, bei Bestimmung der Unebenheiten der Erdoberfläche hauptsächlich auf die veränderliche Höhe der Vulcane Rücksicht zu nehmen.“

Wichtig waren für Humboldt auch Erkenntnisse zu der Anzahl und der geographischen Verteilung der Vulkane.

In seinem Vortrag sagte er: „Alle Vulcane [des *amerikanischen Festlandes*] sind, in dem, Asien gegenüberliegenden Theile vereinigt, in der meridianartig ausgedehnten, 1800 geographische Meilen langen *Andes-Kette*. Auch ist das ganze Hochland von *Quito* ein einziger vulcanischer Heerd, dessen Gipfel *Pichincha*, *Cotopaxi* und *Tunguragua* bilden. Das unterirdische Feuer bricht bald aus der einen, bald aus der andern dieser Öffnungen aus, die man sich als abgesonderte Vulcane zu betrachten gewöhnt hat.“

In Mexiko vermisste Humboldt zunächst jede Regelmäßigkeit in der Anordnung der Vulkane. Im *Kosmos* schrieb Humboldt darüber: „Eine genaue astronomische Ortsbestimmung der colossalen Schneeberge und

Vulkane im Inneren von Mexico [...] hat mich erst nach meiner Rückkehr nach Europa, beim Eintragen der Maxima der Höhen in meine große Karte von Neu-Spanien, zu dem überaus merkwürdigen Resultate geführt: daß es dort, von Meer zu Meer, einen Parallel der Vulkane und größten Höhen giebt, der um wenige Minuten um den Parallel von 19° oscilliert“ und sich vom Atlantischen zum Stillen Ozean erstreckt.

Humboldt fand, dass der Jorullo auf derselben Linie entstanden ist. In seinem Tagebuch notierte Humboldt, dass ein Teil der Ebene sich blasenartig erhoben hätte. Das vulkanische Feuer, welchen Ursprung auch immer es hat, hätte in großer Tiefe gearbeitet. Seine Hebungs-Hypothese befindet sich auch im 1809 erschienen Teil des Mexiko-Werks.

In ungefähr derselben Zeit als Humboldt seine Beobachtungen am Jorullo machte, formulierte von Buch in den Briefen aus der Auvergne die ersten Andeutungen seiner Theorie der Erhebungskrater. Als v. Buch die Theorie der Erhebungskrater weiter ausbildete, konnte Humboldt sie um so eher annehmen, da sie mit seinen eigenen Ansichten vereinbar war.

Schon im Tagebuch schrieb Humboldt über die Gegend des Jorullo: „Die [...] sechs großen Vulkane[...] liegen in einer Richtung. [...] Diese [...] Richtung zeigt an, dass das vulkanische Feuer sich quer durch eine nordsüdlich gerichtete Kluft oder Spalte Bahn gebrochen hat“.

Humboldt schloß – nach der Entdeckung des beschriebenen Parallels der mexikanischen Vulkane –, dass eine ungeheure Spalte in der Erdkruste existieren müsste, auf der sich die Vulkane befinden und durch die Material aus größerer Tiefe aufsteigt.

Im vierten Kosmos Band fasste Humboldt seine Erkenntnisse in Bezug auf die Art des Ausbruchs wie folgt zusammen: „So kann man sich das Hervorbrechen von feuerflüssigen Massen und festen Stoffen, von Dämpfen und Gasarten begleitet, auf viererlei Weise vorstellen.“

- 1) Eruptionen auf Spalten
- 2) Ausbrüche durch Aufschüttungs-Kegel
- 3) Erhebungs-Krater
- 4) Geschlossene Glockenberge oder an der Spitze geöffnete Erhebungs-Kegel: entweder mit einem, wenigstens theilweise erhaltenen, Circus umgeben; oder ganz ohne Umwallung und ohne Erhebungs-Krater.

Humboldt erkannte, dass die geologisch jungen Vulkane und Vulkanfelder nicht gleichmäßig über die Erde verteilt sind. Diese Konzentration auf bestimmte Gebiete hat mit Sicherheit tief reichende Ursachen.

In seinem Akademievortrag von 1823 sagte er dazu: „Dieses Zusammen-drängen der Vulcane bald in einzelne rundliche Gruppen, bald in doppelte Züge, liefert den entscheidendsten Beweis, daß die vulkanischen Wirkungen nicht von kleinlichen, der Oberfläche nahen Ursachen, abhängen, sondern große, tiefbegründete Erscheinungen sind.“

Humboldt vermutete zeitweise, wie vor und nach ihm auch andere Geognosten, dass externes, also nicht magmatisches Wasser bei Vulkanausbrüchen durch den Kontakt Magma-Wasser eine wichtige Rolle spielt, was erst durch die heutige Vulkanologie bestätigt werden konnte.

Im Reisebericht schrieb Alexander von Humboldt: „Verschiedene Thatsachen weisen darauf hin, dass die Erdbeben und die vulkanischen Ausbrüche in engem ursachlichem Zusammenhang stehen.“ Bei seinem Aufenthalt in Pasto meinte er (wie er in seinem Tagebuch ausführte) eine Beziehung zwischen dem Ausbruch des Galeras von 1796 und dem Erdbeben von Riobamba zu konstatieren. „Was für eine Verbindung unter den Vulkanen! Dieser ganze Teil Amerikas scheint unterminiert zu sein.“

Eine Beobachtung war für den Wernerschüler Humboldt sensationell: Vulkane steigen aus dem Urgebirge auf: der Tungurahua aus Glimmerschiefer und Granit, der Puracé aus Glimmerschiefer, der Tolima aus

Granit: Urgebirgsarten werden durch die Gesteine des Vulkans durchbrochen. Damit war der Herd der Vulkane unter dem Urgebirge, in großer Tiefe zu suchen!

Leopold von Buch zählte in einem Akademievortrag im Jahre 1813 die Beobachtung und Erkenntnis, dass die vulkanischen Wirkungen nicht aus oberen Schichten der Erdoberfläche, sondern unter dem ältesten Gestein, unter dem Granit, hervorgehen, als einen der bedeutendsten Fortschritte, welche die Theorie der Vulkane gemacht habe.

Von ebenso großer Bedeutung für die Entwicklung des Vulkanismus wäre Humboldt's Beobachtung, dass gewisse in der Folge als Trachyte bezeichnete Gesteine sich überall einstellen, wo man sich den Vulkanen näherte, diese letzteren also ankündigten und jedenfalls in engster Beziehung zu ihnen ständen.

Es erwies sich jedoch als Fehlschluss, dass echte Vulkane stets aus Trachyt zusammengesetzt sein sollen.

Auf die Problematik der Entstehung der Gesteine, insbesondere auf die Frage, welche Gesteine aus glutflüssigen Schmelzen entstanden seien, kann ich hier nur kurz eingehen. Von Buch und Humboldt haben zeitweise Basalt als ein neptunistisch entstandenes Gestein gedeutet, das durch Vulkane aufgeschmolzen worden sei und dann durch langsame Abkühlung wieder als Basalt erstarrte. Humboldt blieb in der Basaltdiskussion eher vieldeutig bevor er sich (spätestens 1809) zusammen mit von Buch für die vulkanische Entstehung entschied.

Was die Obsidiane betrifft, so hatte Humboldt einst die Meinung mit denen geteilt, die sie nicht als vulkanische Gläser betrachteten. Ursache war unter anderem das Vorkommen der Obsidiane in Gegenden, die von den thätigen Vulkanen sehr weit entfernt sind, aber auch andere Phänomene (ihre schnelle Entfärbung, ihr Aufblähen bei einem mäßigen Feuer), die schwer zu erklären waren, „wenn man die Obsidiane als vulkanische Gläser betrachtet.“

Humboldt schrieb in der Rel. hist.: „Die Obsidiane mögen nun primitive Gebirgsarten seyn, auf welche das vulkanische Feuer seine Wirkung ausübte, oder Laven, die wiederholt im Innern des Kraters umgeschmolzen wurden, so bleibt der Ursprung der Bimssteine, welche sie auf Teneriffa einschließen, nicht weniger problematisch.“

Seine Beobachtungen der Vulkangebenden auf Teneriffa, in den Anden und in Mexiko erregten in Humboldt sehr früh „Zweifel über die große Einseitigkeit“ der Meinung über die alleinige Bildung des Bimssteins aus Obsidian. Alexander von Humboldt richtete seine Aufmerksamkeit auf zwei Gruppen von Tatsachen: auf die Verschiedenartigkeit der Einschlüsse der Obsidiane und Bimssteine, auf die Häufigkeit der Assoziation oder gänzlichen Trennung derselben bei den thätigen Vulkanen.

Auf der Forschungsreise, zusammen mit Don Juan de Larea, und *danach in Berlin*, zusammen mit Gustav Rose und Gustav Karsten, angestellte Versuche mit Obsidian „gaben keine befriedigenden Resultate.“

Er notierte im Reisebericht: „Die Natur wendet wahrscheinlich sehr verschiedene Mittel an, um [...] Bimssteine [...] hervorzubringen.“

3. „... auf der Grenzscheide einer alten und neuen Meinung ... wandeln“ (Goethe): Die Loslösung von der Lehre Werners

Alexander von Humboldt ist als Anhänger Abraham Gottlob Werners, seines Lehrers an der Bergakademie Freiberg, nach Amerika gereist. Humboldt übernahm die neptunistischen Grundsätze Werners. Die Wernersche Schule betrachtete Vulkane als lokale Erscheinungen, verursacht durch Erdbrände. Diese Anschauung widersprach den Beobachtungen Humboldts.

Beim Aufenthalt in den Anden und in Mexiko wurde Alexander von Humboldt das ungeheure Ausmaß des dortigen Vulkanismus klar. Es gibt schon im Tagebuch durchaus Äußerungen, die als Anzeichen der Loslösung von der Lehre Werners gedeutet werden können.

So hat Humboldt mit der schon im Tagebuch angedeuteten Hypothese der Hebung die Wernersche Lehre verlassen, die Hebungen nicht anerkannte. Schon am Jorullo vermutete Humboldt, dass es eine Eruption auf Spalten gibt, auch ein Schritt weg von Werners Anschauungen. Humboldts Betonung des Zusammenhangs von Erdbeben und Vulkanen, belegt durch zahlreiche teilweise schon im Tagebuch angeführte Beispiele, bedeutete auch eine Loslösung von Wernerschen Ansichten. Solange man die Ausbrüche von Vulkanen auf lokale Erdbrände reduzierte, konnte man „die so ausgedehnt wirkenden Erdbeben nicht mit ihnen zusammenbringen“.

Nach seinen eigenen Angaben im 2. Band des Reiseberichts hat Humboldt schon in Caracas den „auf Localkunde und einfache Analogien gestützten“ Gedanken unterirdischer Verbindungen geäußert, ein Gedanke, der sich nicht mit Werners Anschauungen verträgt. In den Antillenvulkanen vermutete er „Ventile, [...] durch welche während eines Ausbruchs die Gase entströmen, welche auf dem Festlande die Erdbeben verursachen.“

Vulkane konnten keine lokalen, durch Erdbrände verursachten Erscheinungen sein. Aus der Verbreitung der Vulkane, aus ihrer Vereinigung in größere Gruppen oder in langen Zügen und aus dem Zusammenhang der vulkanischen Tätigkeit mit Erdbeben, und aus dem Aufsteigen der Vulkane aus dem Urgebirge schloß Humboldt also, dass die Ursache dieser Erscheinungen keine kleinliche, keine lokale sein könne, sondern mit der Beschaffenheit des Erdinnern in Beziehung stehen müsse.

Die Tätigkeit der Vulkane ist nicht eine lokale Kraftäußerung isolierter Verbrennungsprozesse, sondern eher eine globale. Allerdings spekulierte Humboldt nicht über die Energiequelle. In seinem Vortrag von 1823 erwähnte Humboldt die chemische Hypothese des Engländers Davy zur Beantwortung der Frage, was in den Vulkanen brenne. Weder stimmte Humboldt ihr zu, noch widersprach er ihr. Im ersten Kosmosband äußerte er jedoch seine Bedenken. Der Urquell der „so tief wirkenden, sich im Innern so weit fortpflanzenden Thätigkeit [...] der Vulkane“ war für Humboldt die „mit der Tiefe zunehmende Temperatur“.

Wie kommt es, dass Humboldt in dem Brief vom 1. August 1804, kurz vor der Ankunft in Bordeaux, an Karl Freiesleben schreiben konnte: „Grüße ...Werner, für den meine Hochachtung mit jedem Jahre wächst und dessen System meine Reisen in süd(licher) Hemisphäre bestätigen“?

Günter Hoppe und Ulrike Leitner haben an Hand von Belegen aus den Tagebüchern zeigen können, dass Humboldts geognostische Studien während der Amerikareise einige seiner neptunistische Ansichten nicht veränderten. Das betrifft vor allem die Frage der Entstehung der Gesteine. Einzelne Aufzeichnungen des *Tagebuchs*, das er auf der Reise von Mexiko-Stadt nach Veracruz geschrieben hat, bezeichnete Humboldt 50 Jahre später als „alte neptunistische Verrücktheiten!“. Um Humboldts Zurückhaltung, sein Zögern in der Beantwortung der Frage nach der Entstehung gewisser Gesteine zu verstehen, muss man wissen, dass die Entstehung mancher Gesteine, wie Basalt, Granit oder Obsidian, nicht allein durch Beobachtungen in der Natur zu entscheiden waren, dass überdies der Neptunismus bis weit ins 19. Jahrhundert als die chemisch und physikalisch besser fundierte geologische Theorie galt.

Am 1. August 1805, nachdem er sich mit seinem Freund Leopold von Buch direkt am Vesuv ausgetauscht hatte, schrieb Humboldt: „Ich habe angefangen, über einige Gegenstände klarer zu sehen, besonders über Vulkane.“

Bei der Aufbereitung seines Beobachtungs-Materials, nach weiterer Gelände-Erfahrung (insbesondere am Vesuv) und unter dem Einfluss der Erfahrungen und Ansichten Leopold von Buchs kam Humboldt zu Einsichten, die ihn die Wernerschen Anschauungen nach und nach aufgeben ließen.

Fakt ist, dass Humboldt durch seine ausführlichen Schilderungen der Vulkane auf Teneriffa, in den Anden

und in Mexiko die Kenntnisse über die vulkanischen Erscheinungen, den Bau, die Gestalt, die Bergformen, die Physiognomik der Vulkane, die Höhenverhältnisse, die Gruppierung, die Anzahl, die Geographie der Vulkane ebenso erweitert hat wie die oryctognostische Kenntnis der Zusammensetzung des vulkanischen Gesteins. Er beobachtete die Verschiedenheit der Formationen, die Vulkane durchbrechen und fand, dass mehrere Vulkane aus dem Urgebirge aufsteigen, ihr Herd als darunter zu suchen ist. Er untersuchte die stoffartige Verschiedenheit der Erzeugnisse der Vulkane.

Dieses alles spiegelt sich letztlich im „Kosmos“ wider. Es gelang Humboldt darin, „alle erdinnern Vorgänge von Vulkanismus über Gesteinsentstehung und –umwandlung bis zu den Erdbeben und zur Tektonik, bis zur Orogenese und Epirogenese überzeugend auf eine allen gemeinsame, letzte Ursache, auf die Wärme des Erdinneren, zurückzuführen.“

Der Geologe Kurd von Bülow sprach von einer „wahrhaft genialen Synthese, erwachsen aus sorgfältigster Kleinarbeit!“

Auf diese Darstellung der Geognosie der Vulkane als Teil der Lehre vom Kosmos kann hier abschließend allerdings nur noch verwiesen werden.

* * *

Endnoten

- ¹ Vortrag am 19. April 2005 in Potsdam, Schloss Glienicke (19th Colloquium on Latin American Geosciences, Alexander-von-Humboldt–Lectures). Eine wesentlich erweiterte Fassung erscheint unter dem Titel „Alexander von Humboldt und die Geognosie der Vulkane“ als Heft 27 in der Reihe Berliner Manuskripte zur Alexander-von-Humboldt–Forschung. Dort findet der Leser auch die Quellen und das Literaturverzeichnis.
- ² Siehe: Alexander von Humboldt: Abhandlungen nach Vorträgen an der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Herausgegeben von der Alexander-von-Humboldt-Forschungsstelle der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften. Elektronische Edition (Vorläufige Fassung): <http://pom.bbaw.de/avh/>.