II. *Ueber das relative Alter der Gebirgszüge* *Auszug eines Schreibens von Hrn. Elie de* *Beaumont an Hrn. Alexander v. Hum-* *boldt *).*

Paris, am 15. Dec. 1829.

— In der Ueberzeugung, daß die großen Gegenstände, welche Sie auf Ihrer, so eben beendeten Reise nach dem Norden Asiens beobachtet, Ihre Aufmerksamkeit keinesweges von unbedeutenderen Gegenständen aus bekannteren Gegenden abgelenkt haben, bitte ich um Erlaubniß, Sie von einigen Arbeiten unterhalten zu dürfen, mit denen ich in den letztverflossenen Monaten beschäftigt gewesen bin.

Ich habe die Ehre Ihnen, in einem Memoire, eine kleine Sammlung von Thatsachen zu senden, die in den Gebirgen von Oisans beobachtet wurden. Man sieht hier, wie bei Predazzo, den Granit auf secundären, oft wenig consistenten Schichten liegen. Die aufgelagerten Massen sind schneebedeckte Berge; allein die Auflagerung läßt sich

*) Die Ideen, welche Hr. Élie de Beaumont in diesem Briefe entwickelt, verbreiten ein so neues und unerwartetes Licht über einen der wichtigsten Theile der physischen Erdbeschreibung, daß ich der Anregung nicht habe widerstehen können, den Brief selbst in einer deutschen Uebersetzung den Annalen der Physik einverleibt zu sehen. Wir hoffen, daß der Verfasser, einer der ersten Geognosten unserer Zeit, uns diese Freiheit nicht verargen werde. In dem *Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1830*, p. 202. 212. 220. hat schon Hr. Arago eine gehaltvolle Darstellung jener Arbeit über das relative Alter und die Richtung der Gebirgszüge geliefert. Er nennt die Entwicklung des Hrn. Élie de Beaumont „eine der merkwürdigsten und fest begründetsten, deren die Geologie sich zu rühmen hat, seit sie zu dem Range einer exacten Wissenschaft erhoben worden ist.“

A. v. Humboldt.

bei weitem nicht in der großen Erstreckung beobachten, welche Sie an der Gränze der chinesischen Songerei wahrgenommen haben. Der Granit ist hier auch viel weniger gut auskrystallisirt, und niemals findet man so große Krystalle, als Sie an den Granitabhängen des Altai antrafen; nur am Rande und im Innern des Kraters von Berarde kommt eine so grobkörnige Protophyne, wie der am Mont-Blanc ist, vor.

Ohne Zweifel wird Hr. v. Buch schon mit Ihnen von den Beobachtungen gesprochen haben, die er in diesem Sommer gemacht, und an welchen einigen ich das Glück hatte Theil zu nehmen; von den Fossilien, die den Kalkschichten, welche der Dolomit ersetzt, ein ziemlich junges Alter ertheilen (Juraformation); von den Belemniten der Gemmi und der Nüfenen u. s. w. Späterhin habe ich in der Dauphinée einen der Gryphiten von Lothringen, begleitet von Belemniten, Spiriferen Walcotii und Ammoniten Bucklandii, in den jüngsten Kalkschichten der Gegend angetroffen, Kalkschichten, die in der Dauphinée auf Anthracit liegen, und in der Tarentaise mit ihnen abwechseln.

Ich habe mich auch mit einigen Beispielen einer Coincidenz beschäftigt, welche, wie ich glaube, allgemein vorhanden ist zwischen der Aufrichtung der Schichten gewisser Gebirgssysteme und den plötzlichen Veränderungen, welche zu den geologischen und zoologischen Gränzlinien Anlaß geben, die man zwischen verschiedenen auf einander folgenden Gliedern der Flötz-Gebirge beobachtet hat.

1. Ohne weiter zurückzugehen, als bis zu jener Periode, in welcher unsere Zonen mit dicken Wäldern von Farrenkräutern, baumartigen Equiseten und riesenmäßigen Lepidodendrons bedeckt waren, kann man (z. B. bei Villé und Bouchamps in den Vogesen) an dem Systeme der Grauwacke und des Uebergangs-Thonschiefers Merkmale einer Verschiebung beobachten, welche diesel-

ben vor der Ablagerung des Steinkohlengebirges, das vom Rothliegenden (Old red Sandstone und dem Mountain Limestone) nicht zu trennen ist, erlitten haben.

2. Der Rhein durchschneidet von Bingen bis Cöln ein Gebirgssystem, zu welchem auch der Hunsrück und die Ardennen gehören, und welches hauptsächlich aus Schichten von Thonschiefer, Grauwacke, Kalkstein und Steinkohlengebirge besteht, die beinahe von ONO. nach WSW. streichen. Da die in der Gegend von Saarbrück geneigten Schichten des Steinkohlengebirges, auf welchem sich die Schichten des Vogesen-Sandsteins horizontal ausbreiten, zu dem Systeme gehören, welches Hr. v. Buch das niederländische genannt hat, so ist klar, daß die Aufrichtung der Schichten dieses Systems zwischen der Ablagerung des Steinkohlengebirges und der des Vogesen-Sandsteins statt gefunden hat.

3. Das Rheinthäl wird ungefähr von Thann und Gebweiler bis über Landau hinaus, von einem langen Gehänge eingefafst, dessen Böschung aus fast horizontalen Schichten von Vogesen-Sandstein besteht. Da dieses Gehänge nicht von den Schichten des bunten Sandsteins und des Muschelkalks, die man an seinem Fufse sich ausbreiten sieht, bedeckt wird, so ist klar, daß es bis zu einem mehr oder weniger beträchtlichen Theil seiner jetzigen Höhe aus dem Meer hervorragte, als sich der Muschelkalk in Form von Bänken darin absetzte. Die gangförmige Zerspaltung, welcher dieses Gehänge seine Entstehung verdankt, ist also zwischen der Ablagerung des Vogesen-Sandsteins und der des bunten Sandsteins entstanden. Diefes ist also die Bildungszeit desjenigen Systems, welches Hr. v. Buch das rheinische genannt hat, und dessen charakteristische Richtung genau die der eben genannten gangförmigen Zerspaltung ist.

4. Ein Theil des von Nordwest nach Südost streichenden Systems von Deutschland, z. B. die Linie des Böhmerwald-Gebirges und des Thüringer Waldes, las-

sen sich vielleicht auf verschiedene Höhenzüge in Frankreich beziehen, welche ebenfalls von Nordwest nach Südosten laufen, wie z. B. der Morvau und das System der südwestlichen Küsten der Bretagne und der Vendée. In diesem System sind die Schichten des Steinkohlengebirges von Nordwest nach Südosten bis zur Senkrechtheit aufgerichtet, z. B. zu Montrelait, zu St. George Chatelaison und zu Mont-Jean, nicht weit von Angers, und man sieht auf ihren Köpfen die oolithischen Schichten sich horizontal erstrecken. Man sieht also, daß dieses System seine gegenwärtige Gestalt zwischen der Steinkohlen- und Oolith-Bildung erhalten hat, und wenn man erwägt, wie die Lias-Formation, zu welcher die Arkose gehört, sich oft horizontal und unmittelbar auf nordwest-südöstlichen Höhenzügen ausdehnt, so erscheint es ohne Zweifel sehr wahrscheinlich, daß das nordwest-südöstliche System seine gegenwärtige Erhebung unmittelbar vor der Ablagerung des Lias erhalten habe.

5. Das Erzgebirge, die Côte d'Or, der Mont Pilas gehören zu einer Reihe von Erhebungen der Erdoberfläche, welche den Meridian von Dijon unter einem Winkel von ungefähr 45° schneiden, und sich von den horizontalen Kreideschichten in Polen und bei Dresden bis zu den kreideartigen Ablagerungen des mittäglichen Frankreichs erstrecken. Die ganze Juraformation und alle älteren Schichten sind von diesen Erhebungen ergriffen worden; allein der Plänerkalk und der Sandstein des Königssteins haben sie nicht empfunden (mit Weinböhla ist es eine andere Sache); und man bemerkt auch, daß sich eine mit dem Greensand gleichzeitige Ablagerung in den hohen Längenthälern des Jura gebildet hat, welche sich immer mehr und mehr diesem System nähert. Es ist demnach klar, daß das System, zu welchem das Erzgebirge, die Côte d'Or und der Pilas gehören, ihre gegenwärtige Erhebung zwischen der Ablagerung der Juraformation und der des Green-Sand erhielten.

6. Durch ähnliche Betrachtungen ergibt sich, daß in den Ketten der Pyrenäen und Apenninen, so wie in einigen kleinen Bergen der Provence, die Schichten zwischen der Kreide- und der Tertiär-Periode aufgerichtet worden sind. Dieß System umfaßt Griechenland, die Karpathen, die Syenite von Weinböhla, den nordnord-östlichen Abhang des Harzes u. s. w. Die Allegagnys und die Gates scheinen ebenfalls hieher zu gehören; mit einem Worte: es besteht aus einer Reihe von Höhenzügen, die parallel einem Faden laufen, welchen man auf einem Globus (nur nicht auf einer Karte, wegen Krümmung der Projection) von Natchez bis zur Mündung des persischen Meerbusens ausspannen würde. An allen diesen Höhenzügen ist die Kreide aufgerichtet, und die Tertiär-Schichten dehnen sich an ihrem Fusse und in ihren Zwischenräumen horizontal aus.

7. In dem westlichen Theile der Alpen, von Marseille bis Zürich, sind sowohl die Secundär- als die Tertiär-Schichten aufgerichtet, und sie bilden dabei mit dem Meridiane einen Winkel von etwa 26° . Darauf hat sich eine große Masse aufgeschwemmten Landes auf die Köpfen der verticalen Tertiär-Schichten langsam abgelagert, und zwar vor der Zeit der Hinwegführung jener großen Alpenblöcke, die erst später darüber ausgestreut worden sind. Wenn man auf dem Erdglobus einen Faden ausspannt vom Nordcap bis zum Cap-blanc in Marocco, und diesen über das atlantische Meer bis zur Höhe von Montevideo verlängert, so wird derselbe parallel seyn den Cordilleren von Brasilien und Norwegen, eben so wie der Hauptlinie der spanischen Küste vom Cap de Gates bis zum Cap de Creus, und der Streichungslinie in den westlichen Alpen von Marseille bis Zürich. Die Lage der nach Norddeutschland geführten Blöcke beweist, daß die skandinavischen Alpen sich wie die Alpen von Savoyen nach der Ablagerung der Tertiär-Gebilde erhoben haben. Uebrigens ist es nicht nothwendig, daß die Fortführung

der Blöcke in Norddeutschland und am Jura in einer und derselben Umwälzung stattgefunden habe.

8. Die Ketten des Ventoux, des Leberon, der St. Baume und einiger anderen Berge, welche die Provence von West-Süd-West nach Ost-Nord-Ost durchschneiden, haben ihre gegenwärtige Erhebung nach der vorhin erwähnten Ablagerung des älteren Schuttlandes auf die Tertiär-Schichten erhalten, denn dieses ältere Schuttland ist unfern der Fortsetzung des Ventoux bis zu 75° aufgerichtet. Diese, an Dolomit so reichen, Ketten der Provence laufen in derselben Richtung als die Linie von Melaphyren und Dolomiten, welche sich von Baveno und Lugano nach Predazzo und nach Bleiberg erstreckt, und wahrscheinlich auch wie die Hauptkette der Alpen vom St. Gotthardt bis zum Brenner. Wenn dieser Parallelismus ein Merkmal der Gleichzeitigkeit ist, so hat die Hauptkette der Alpen ihre gegenwärtige Erhebung nach der Ablagerung des erwähnten älteren Schuttlandes und zur Zeit der Fortführung jener Alpenblöcke erhalten, was sich überdiess auch durch andere Gründe erweisen läßt. Diesem Systeme lassen sich anreihen die Ketten der Balearen, die, welche in Spanien der Sierra Morena parallel sind, der Atlas, die Insel Candia, die Ketten Kleinasiens, der Balkan, die centrale Porphyry Kette des Caucasus, endlich der Parapamisis und der Himalaya. Ein Faden, der auf dem Erdglobus von Marocco bis zur Biegung des Bramaputra ausgespannt wird, ist allen diesen Höhenzügen parallel.

9. Wäre es nicht möglich, daß die große Ueberschwemmung, deren Andenken alle Völker bewahrt haben, nur die letzte Umwälzung der Erdoberfläche wäre, mit der sich gleichzeitig die Andes erhoben hätten.

Es ist merkwürdig, daß die Ereignisse der Erdoberfläche die successiven Glieder einer *wachsenden Reihe* bilden, welche daher noch nicht geschlossen zu seyn scheint.

Ich bitte tausendmal um Verzeihung, mein Herr, daß ich Sie so lange mit Bemerkungen unterhalten habe, die nur Wiederholungen einer und derselben Formel sind, in der die Zeit und der Richtungswinkel verändert worden ist. In einer besonderen Abhandlung habe ich versucht eine Art von physikalischer Theorie über die bei Erhebung der Bergketten sich zeigende Periodicität zu geben; allein ich habe sie mit Bedacht bei Seite gestellt, weil ich mich bei ihr hätte irren können, und weil die Beobachtungen und die Folgerungen aus ihnen auch ohne diese Theorie ihre Richtigkeit behalten, welche von Ihnen selbst in der Nähe geprüft zu sehen, wie man uns hoffen läßt, ich bald das Glück haben werde.

III. *Ueber das relative Alter der Bergketten von Europa.*

[Die Wichtigkeit der im vorigen Aufsatz mitgetheilten Arbeit des Hrn. de Beaumont, und die Befürchtung, daß wohl nicht alle Leser mit dem geognostischen Detail derselben hinlänglich vertraut seyn dürften, haben uns bewogen, sie nochmals in einem Gewande vorzulegen, worin sie durchaus keine besonderen Vorkenntnisse verlangt. Wir entlehnen diese Darstellung von Hrn. Arago aus dem *Annuaire* für 1830. P.]

Cicero sagte, daß er nicht begriffe, wie zwei Auguren sich ohne Lachen ansehen könnten. Dasselbe würde man vor einigen Jahren von den Geologen haben sagen können, ohne daß diese sich gerade darüber hätten beschweren dürfen; denn ihre Wissenschaft bestand damals aus einer bloßen Sammlung wunderlicher Hypothesen, deren Nothwendigkeit durch keine einzige genaue Beobachtung erwiesen war. Gegenwärtig aber nimmt die Geologie einen Rang unter den exacten Wissenschaften ein. Die Zahl der einzelnen Arbeiten, aus denen sie besteht, ist