Über

die Grundgesetze der mechanischen Geologie,

von

Herrn Hauptmann Friedrich Weiss
in *München*.

Dritte Abtheilung*.

Hiezu Tafel VIII.

Noch ist bei Aufstellung der Grundgesetze der mechanischen Geologie der Beziehungen nicht näher gedacht worden, in welchen die Richtungen der Erhebungen zu dem relativen Alter jener normalen Fels-Massen stehen, die entweder die Gebirge vollständig zusammensetzen, oder dieselben ganz oder nur theilweise an ihrem Fusse überlagern. Es bieten diese gegenseitigen Beziehungen der geologischen Forschung keineswegs ein so unbetretenes Feld dar, wie die in den beiden vorausgeschickten Abhandlungen entwickelten Verhältnisse der absoluten Lage und Richtung der Erhebungen. Dasselbe wurde jedoch seit seiner ersten Entdeckung nur in sehr mangelhafter Weise ausgebeutet. Denn statt allgemein gültiger leitender Grundsätze wurden bisher nur unrichtige Verallgemeinerungen spezieller Erfahrungs-Sätze den Untersuchungen über die vielseitigen Beziehungen zu Grund gelegt, welche zwischen dem relativen Alter der Gebirgs-Massen und jenem der in ihnen vorkommenden Hebungen bestehen. Es wird desshalb zweckmässig seyn, den Erörterungen über die relative Alters-Bestimmung der Erhebungen eine Widerlegung jener irrigen Grundsätze vorauszuschicken, welche bei diesem Zweige der geologischen Forschung bisher in Anwendung kamen.

Die Alters-Folge der Sedimente ist durch paläontologische Forschungen gegenwärtig für sämmtliche Epochen der Erd-Bildung so vollständig bestimmt, dass der Gedanke, die Alters-Bestimmung der Dislokationen der Erd-Rinde an jene der normalen Gebilde zu knüpfen, den vollsten Beifall verdient. Die Art und Weise, wie durch Élie de Beau-

* Vgl. Jahrb. *1855*, 288.

MONT diese Idee zur ersten Ausführung kam, unterlag hingegen vielfachen und wesentlichen Bedenken.

Durch ÉLIE DE BEAUMONT wurde die Lehre verbreitet, dass sich das relative Alter der Emporhebung einer Gebirgs-Kette in jene Zwischenperiode versetzen lasse, welche durch die Differenz in dem relativen Alter der am Fusse des Gebirges aufgerichteten und der noch in wagrechter Lage befindlichen Schichten gebildet wird. Zugleich setzte er bei Gebirgs-Ketten, welche er dieser Bestimmung zufolge gleichzeitig gehoben glaubte, überall einen Parallelismus der Richtungen voraus, und schliesslich hielt er nebst einer namhaften Anzahl von Anhängern sich veranlasst, auf diese beiden Grundsätze geometrische Kombinationen und Systeme zu begründen, welche den Parallelismus der Achsen gleichzeitiger Erhebungen auf der ganzen Erd-Oberfläche darstellen sollten.

Aus diesen beiden Grundsätzen suchte vor Allem der Urheber derselben die regelmässigen Beziehungen herzuleiten, welche zwischen den Richtungen der Erhebungen von gleichem relativem Alter unter gleichen Hebungs-Verhältnissen nothwendig bestehen müssen; auf ihnen beruht seine so bekannt gewordene Alters-Bestimmung der *Europäischen* Gebirge, und ihrer Anwendung entstammt ebenfalls das in jüngster Zeit von ÉLIE DE BEAUMONT aufgestellte Pentagonal-System, in welchem er diese relativen Alters-Bestimmungen auf alle übrigen Erhebungen der Erde auszudehnen versuchte. Die Forschungen des eben so thätigen als berühmten Geologen mussten jedoch auf diesem Gebiete nothwendig mangelhafte Ergebnisse liefern, da es auch die Verallgemeinerungen jener Grundsätze sind, auf welchen sie vorzugsweise beruhten.

Zu ÉLIE DE BEAUMONT's Verfahrungs-Weise, aus der wagrechten oder aufgerichteten Lage der normalen Fels-Massen am Fusse eines Gebirgs-Systems auf das relative Alter der Gesammt-Erhebung zu schliessen, welche aus einer Anzahl von gleichlaufenden Gebirgs-Gliedern gebildet wird, ist bereits vielfach die Einwendung gemacht worden, dass diese Theorie nur das beziehungsweise Alter der letzten Erhebung, welche innerhalb eines Systems von parallelen Gebirgs-Gliedern erfolgt ist, zu bestimmen erlaube. Allein selbst diese Einschränkung unterliegt noch dem weiteren Zusatze, dass in manchen Gegenden der Erde die Alters-Bestimmung zahlreicher Hebungen mittelst ÉLIE DE BEAUMONT's Verfahren gänzlich ausser dem Bereiche der Möglichkeit liegt.

Es gibt ausgedehnte Landstriche, welche seit Ablagerung der paläozoischen Gebilde keinen weiteren Immersionen unterworfen waren, und deren letzte Schichten-Aufrichtung dennoch in den jüngsten geologischen Epochen stattfand, ohne dass die erfolgten Hebungen und Senkungen der Erd-Oberfläche die ausgedehnten Formations-Grenzen der paläozoischen Gebilde überschritten haben.

Aus diesem Grunde ist es z. B. in den NO. Staaten der Union

gänzlich unmöglich, das relative Alter der zahlreichen sekundären und tertiären Schichten-Störungen von jenen der Primär-Periode mit Hülfe der Alters-Bestimmungen E. DE BEAUMONT's zu unterscheiden. Man fasse nur die bereits erwähnte Thatsache in's Auge, dass inmitten primitiver und paläozoischer Formationen die Urfalten-Senkung des *Erie-See's* und *Lorenzo-Stromes* durch die krypto-hadogene Durchbruch-Senkung des *Ontario-See's* queer unterbrochen ist. Abgesehen von der vorherrschend OW. Längen-Achse der letzten Senkung ist das relative Alter des *Ontario*-Beckens schon desshalb zum mindesten in die jüngeren Epochen der Tertiär-Zeit zu versetzen, da bei längerem Bestehen seines südlichen hadogenen Senkungs-Randes der seit seiner Entstehung ihn durchnagende mächtige Abfluss der oberen *Canadischen* See'n wohl schwerlich mit seinen gewaltigen Fällen noch so weit vom Nord-Ufer des *Erie-See's* entfernt seyn würde. Die Bildung des *Ontario*-Beckens ist ferner gleich jener des *Caspischen* und *Schwarzen Meeres* und der *Mittelländischen* Gewässer hadogenen Senkungen innerhalb der Region der grössten sphäroidischen Krümmung der nördlichen Halbkugel beizuzählen, und dieser gleichen Lage halber dürften die genannten See- und Meeres-Becken sämmtlich einer gleichzeitigen reaktionären Rücksenkung dieser Erdrinden-Zone entstammen.

Sowie es einerseits unmöglich ist, inmitten von Landstrichen, welche nur wenigen Immersionen unterworfen waren, durch Beobachtung der Schichten-Aufrichtung der am Fusse der Erhebungen befindlichen Gesteins-Massen das Alter der Hebungs-Systeme relativ zu bestimmen, so lässt andererseits E. DE BEAUMONT's Lehrsatz, selbst in seiner eingeschränkten Fassungs-Weise, in Gegenden, welche häufige Immersionen erlitten, sehr oft statt dem Zeit-Punkte der letzten partiellen Erhebung eines Systems nur den Zeitraum erkennen, in welchem in entfernten Gegenden ausgedehnte Niveau-Änderungen der Erd-Rinde einen erneuten Rückzug der Weltmeere und erneute Emersionen bewirkten.

Versucht man die Hebungen aller Perioden anstatt in Hinsicht der Richtungs-Linien, welche sie den normalen Fels-Massen aufprägten, in Beziehung der verschiedenen Niveau's einzutheilen, bis zu welchen sie dieselben emportrieben, so erhält man drei Haupt-Klassen erstmaliger Hebungs-Systeme. Die Hebungen an der Innen-Seite der festen Erd-Rinde haben bei ihrer Fortpflanzung nach Oben entweder die Oberfläche von Festländern betroffen und in diesem Falle emarine Hebungs-Systeme erzeugt; oder sie dislozirten den Boden der Meere. In letztem Falle haben sie den Meeres-Grund entweder über die Oberfläche der Ozeane emporgehoben und emergirte Hebungs-Systeme gebildet, oder die Erhebung ist gänzlich untermeerisch und daher ein submarines Hebungs-System geblieben.

Diesen drei Klassen erstmaliger Hebungen entsprechen die emarinen, emergirten und submarinen Senkungs-Systeme. Emarine und emergirte Hebungs-Systeme wurden oft während späteren Senkungs-

Epochen zu post-immergirten Gebirgen umgewandelt, und umgekehrt haben spätere Hebungen aus submarinen und immergirten Höhen-Zügen postemergirte Hebungs-Systeme gebildet.

Die Trockenlegung submariner oder immergirter Gebirgs-Systeme kann aber auch statt direkter partieller Hebungen ein allgemeiner Rückzug der Gewässer bewirkt haben, in welchem Falle dieselben zu Postemersions-Systemen ausgebildet wurden. Letzte Gattung von Höhen-Gebilden wird häufig mit den emergirten Hebungs-Systemen verwechselt. Denn es werden die Sedimente, welche ihre Oberfläche während der letzten Immersions-Epoche überlagerten, meistens für unterirdisch-gehobene Schichten gehalten. Es ist desshalb nöthig über die Entstehung dieser Überlagerungen hier einige Erläuterungen einzuschalten.

Es ist unzweifelhaft, dass jene Geschiebe, welche Flüsse und Ströme dem Meere zuführen, sowie jene Ablagerungen, welche mächtige ozeanische Strömungen an partiellen Orten des Meeres-Grundes absetzen, unter allen Umständen nur Schichten bilden konnten, deren Oberflächen horizontal oder unmerklich geneigt sind. Wurden hingegen im Verlaufe grosser Erd-Katastrophen die Weltmeere mit Materien übersättigt, welche sich in normalen Zeit-Perioden wieder aus denselben niederschlugen, so mussten solche allgemeine Meeres-Absätze den Boden der Ozeane und dessen Unebenheiten gleichmässig und daher Wellen-förmig überlagern. Man kann mit Sicherheit annehmen, dass Sedimente dieser Gattung in den grösseren stets unbewegten Tiefen der Ozeane noch auf Flächen mit einer Neigung von 30° mit Leichtigkeit senkrechte, regelmässige Niederschläge bilden konnten; während es eben so fest steht, dass in Meeres-Theilen, deren Grund von Stürmen, von periodischen Fluthen und Brandungen, von Strömungen des Meeres oder binnenländischen Entleerungen bewegt wird, nur nahezu horizontal geschichtete Ablagerungen entstehen können.

Es ist daher keineswegs vorauszusetzen, dass die gleichartigen und scheinbar gleichartigen Sedimente der verschiedenen Formations-Epochen an allen Orten genöthigt waren, die Thalungen zwischen den submarinen Gebirgs-Ketten einzuebnen und sich in horizontal liegende Schichten zu verwandeln, wie es von sämmtlichen Geschieben und den Ablagerungen von vielen Trümmer-Gesteinen vorausgesetzt werden muss. In den unbewegten Tiefen der Ozeane konnten sie mit Leichtigkeit die gebirgigen Unebenheiten des Meer-Grundes selbst in einer Mächtigkeit von mehren tausend Fussen noch Wellen-förmig überlagern. Es unterliegt daher keinem Zweifel, dass bei einfachen Emersionen submariner Gebirgs-Ketten die Wellen-förmige Überlagerung mit gleichartigen und scheinbar gleichartigen Gesteinen ähnliche Verhältnisse in der Lage der obersten Schichten hervorriefen, welche bei emergirten Hebungs-Systemen die wirkliche Aufrichtung ursprünglich horizontal gelagerter Schichten erzeugt. Vorzüglich am Fusse von emergirten Höhen-Systemen ist eine Verwechselung, ob die geneigte Lage der

Schichten von Wellen-förmigen Überlagerungen und Mulden-förmigen Anlagerungen oder ob sie von horizontaler Schichtung und nachfolgenden unterirdischen Hebungen herstammt, vollkommen denkbar.

Vorstehende Betrachtungen über die Entstehungs-Verhältnisse emariner Hebungs-Systeme und über die Postemersion submariner Höhen-Züge berechtigt, E. DE BEAUMONT's allgemeinen Lehrsatz:

„Dass die Erhebungs-Zeit eines Gebirgs-Systems zwischen die Periode der Ablagerung der an seinem Fusse noch aufgerichteten Schichten und jene der horizontal gebliebenen fällt,"

auf die speziellen Erfahrungs-Sätze zu beschränken:

„Dass nur bei emergirten Hebungs-Systemen durch die Untersuchung der wagrechten oder geneigten Lage der an ihrem Fusse befindlichen Schichten die relative Alters-Periode der letzten Hebung mit Sicherheit bestimmt werden kann, während diese Untersuchung bei Postemersions-Höhensystemen nur die letzte Emersions-Epoche zu bestimmen gestattet. Bei emarinen Hebungs-Systemen liefert hingegen diese Untersuchungs-Weise nur in jenen Fällen ein Resultat, wenn die Hebungs-Linie noch ausserhalb des Gebirgs-Systemes sich in später emergirten Landstrichen verfolgen lässt, und dort inmitten ungehobener Schichten ihr Ende erreicht."

So wenig in diesen wesentlichen Beschränkungen E. DE BEAUMONT's Theorie der Alters-Bestimmung der Erhebungen noch gestattet, allgemeine Schlüsse über das relative Alter sämmtlicher Gebirgs-Systeme der Erde zu folgern, so wird ihre Anwendbarkeit noch mehr durch den Umstand vermindert, dass die jüngsten am Fusse eines Gebirges vorkommenden Erhebungen theils sehr oft bei Entstehung benachbarter jüngerer Gebirgs-Systeme gebildet wurden, theils oft so partieller Natur sind, dass ihre Alters-Bestimmung häufig nicht im Geringsten erlaubt, aus ihnen wesentliche Resultate hinsichtlich der ersten Emporhebung und daher auch nicht in Hinsicht der Lage, Richtung und Oberflächen-Gestaltung des gesammten Erhebungs-Systems zu folgern.

Die mechanische Geologie ist aber auch gezwungen, den zweiten Grundsatz, auf welchen E. DE BEAUMONT geometrische Kombinationen über die Richtungen der Erhebungs-Linien stützte, in gleichem Grade wie den ersten zu beschränken. Die Hypothese

„dass jedes System von Gebirgs-Ketten, welches sich durch seinen Parallelismus von einem andern Systeme unterscheidet, auch eine eigene bestimmte Erhebungs-Periode besitze,"

ist eine unrichtige Verallgemeinerung der durch A. v. HUMBOLDT und L. v. BUCH aufgestellten Lehre:

„dass die *Europäischen* Berg-Ketten in mehre Systeme eingetheilt werden können, welche von einander durch eine bestimmte Physiognomie und durch ungleiches jedem Systeme eigenthümlich zugehöriges Streichen verschieden sind, während die einzelnen Höhen-Züge des nämlichen Systems unter sich parallel sind."

Es ist unumgänglich nöthig, den Lehrsatz vom Parallelismus gleichzeitig entstandener Gebirgs-Systeme auf diesen ursprünglichen Erfahrungs-Satz zu beschränken. Nur bei den primären Falten-Systemen lässt sich ein ausschliesslicher Parallelismus gleichzeitiger Hebungs-Richtungen auf der ganzen Erd-Oberfläche nachweisen. Obgleich auch sehr vielen später entstandenen Hebungs-Systemen eine namhafte Anzahl von gleichzeitigen parallelen Erhebungen entspricht, lassen sich dennoch jedem derselben auch andere an die Seite setzen, welche eine gänzliche Richtungs-Verschiedenheit aufweisen.

Vorzüglich jene sekundären und tertiären Höhen-Systeme, deren Fels-Massen aus jener Klasse von Sedimenten zusammengesetzt sind, welche statt horizontal geschichteter Ablagerungen beinahe überall Überlagerungen der bereits bestandenen Unebenheiten des Meeres-Bodens bildeten, zeichnen sich durch eine grosse Verschiedenheit der Richtungs-Linien ihrer Erhebungen aus. Selbst in ziemlich begrenzten Landstrichen wird man Höhen-Systemen in grosser Anzahl begegnen, deren Richtungs-Linien bei gleichem relativem Entstehungs-Alter nach allen Welt-Gegenden von einander abweichen. Man wähle z. B. nur die oolithischen Höhen-Systeme *Mittel-Europa's* zum Gegenstande dieser Untersuchungen. Die gleichzeitige Trockenlegung derselben, sey es durch den allgemeinen Rückzug der Welt-Meere, sey es durch partielle Hebungen innerhalb der Formations-Grenzen, bestätigt, dass sie sämmtlich die erste Ausbildung zu bleibenden festländischen Erhebungen in ein und derselben Epoche erhielten. Und dennoch ist beinahe jedes dieser oolithischen Höhen-Systeme von den übrigen sowohl in der Physiognomie seiner Oberfläche als auch hinsichtlich der Richtungs-Linien der in jedem einzelnen Erhebungs-Systeme unter sich parallelen Berg-Ketten gänzlich verschieden.

Selbst in jenen Gebirgen, welche man doch ihres ununterbrochenen Zusammenhangs halber als Produkt einer gleichzeitigen Emporhebung zu betrachten gewohnt ist, wechseln die Kamm-Linien der Berg-Ketten, nachdem sie lange zu einander parallel liefen, plötzlich und gemeinschaftlich ihre Richtung. So bilden der *Französische* und der nördliche *Schweitzer Jura*, ungeachtet die gleichartige Zusammensetzung ihrer Höhen-Züge aus oolithischen Fels-Massen und die gleichförmige Physiognomie ihrer gefalteten Oberfläche uns nöthigt, sie als ein Produkt beinahe gleichzeitig erfolgter Dislokationen zu betrachten, ein Hebungs-System mit drei verschieden gerichteten Hebungs-Achsen. Ungeachtet seines eng-begrenzten Formations-Wechsels tritt in der südlichen Hälfte des *Jura's* an die Stelle der zahlreichen Meridian-Ketten, welche dem *Mont-Colombier* parallel laufen, plötzlich eine ebenso grosse Anzahl nordöstlich gerichteter Berg-Ketten, deren nördliche Enden Stufen-weise durch das ostwestlich gerichtete Hebungs-System des *Lomont* eine gemeinschaftliche Begrenzung finden.

Die übrigen *Mittel-Europäischen Jura*-Züge in *Lothringen*, *Schwaben* und *Franken*, sowie jene der *Britischen* Inseln zeigen

hingegen, mit Ausnahme der *Rauhen Alp*, dem Charakter sedimentärer Plateau-Gebirge gemäss keine ausgesprochenen Erhebungs-Achsen. Ihre Bogen-förmigen Erstreckungen lassen ebensowohl wie ihr vorherrschender Plateau-Charakter selbst ohne nähere Untersuchung ihrer Schichtungs-Verhältnisse erkennen, dass die benannten Höhen-Züge keine emergirten Hebungs-Systeme, sondern Postemersions-Systeme sind, welche in späteren Epochen unter Beibehaltung ihrer natürlichen Lagerungs-Verhältnisse inmitten neuerer Senkungen, Hebungen und Stauchungen zu selbstständigen Plateau-Systemen ausgebildet wurden.

Die jurassischen Gebilde, welche dem Fusse der Zentral-Alpen und den *Karpathen* an- und auf-gelagert sind, hängen selbst in jenen Fällen, wo sie selbstständige Gebirgs-Züge bilden, hinsichtlich ihrer Hebungs-Linien so innig von den Dislokationen ab, welche die Zentral-Massen der Alpen hoben und senkten, dass sie am füglichsten aus dem Kreise vorliegender Betrachtungen weggelassen werden. Nur der vom *Platten-See* bis zum *Donau*-Durchbruche bei *Waitzen* geradlinig in nordöstlicher Richtung hinziehende *Bakony-Wald*, sowie die südöstlich von den *Norischen Alpen* abzweigenden Züge der *Julisch-Dinarischen Alpen* bilden in grösserer Nähe des Alpen-Gebirges selbstständige jurassische Systeme.

Jedem der so eben aufgezählten oolithischen Höhen-Systeme, in welchen ausgesprochene geradlinige Erhebungs-Achsen erkennbar sind, gehört, mit Ausnahme des südlichen *Schweitzer Jura's* und *Bakony-Waldes*, welche dieselbe Richtung zeigen, eine so verschiedene Streich-Linie zu, dass es ausser dem Bereiche der Möglichkeit liegt, durch Kombinationen irgend einer Art einen Parallelismus aller gleichzeitig emergirten oolithischen Höhen-Rücken aufzufinden und zwischen den meridianen Parallel-Ketten des südlichen *Französischen Jura*, dem ostwestlichen Hebungs-Systeme des *Lomont*, den nordöstlich gerichteten parallelen *Jura*-Zügen des *Bakony-Waldes* und den gerade in entgegengesetzter Richtung nach SO. streichenden *Julisch-Dinarischen* Kalkalpen-Ketten herzustellen.

Es ist durch die einfache Aufzählung der oolithischen Höhen-Systeme *Mittel-Europa's* schon das vorläufige Ergebniss gewonnen, dass den Systemen von Gebirgs-Ketten, welche sich durch ihren Parallelismus von anderen Systemen unterscheiden, zum mindesten nicht stets eine selbstständige Emersions-Periode zukommt. Es kann jedoch bei den zwei zuerst aufgezählten verschieden streichenden Systemen jurassischer Parallel-Ketten auch der Beweis geführt werden, dass sie nicht nur gleichzeitige oolithische Emersions-Systeme, sondern auch gleichzeitig entstandene wirkliche Hebungs-Systeme bilden, und dass daher ein Parallelismus sämmtlicher in einer Erhebungs-Periode emporgetriebener Gebirgs-Systeme keineswegs als allgemein gültige Regel angenommen werden darf.

Das Gesammt-Gebiet der *Europäischen* Alpen wurde seit dem Beginn der Kreide-Zeit bis zum Schlusse der Tertiär-Periode von mächtigen Dislokationen des unteren Erd-Firmaments bewegt, welche zahlreiche hadogene und gigantogene Durchbruch-Hebungen und Senkungen erzeugten und hiedurch die Urfalten- und Urspalten-Systeme, die schon früher in dem dislozirten Gebiete bestanden hatten, zu einem zusammenhängenden gewaltigen Gebirgs-Systeme umwandelten. In Hinsicht der Vertheilung der ostwestlichen und meridianen Durchbruch-Hebungen besteht in dem Alpen-Systeme eine wesentliche Verschiedenheit. Während die Zentral-Gebirge der *Ost-Alpen* beinahe ausschliesslich hadogenen Durchbrüchen ihre wiederholte Emporhebung verdanken, wurden die Systeme der westlichen *Alpen* bis zum *Ligurischen Meere* ebenso vorherrschend durch gigantogene Hebungen und Senkungen dislozirt. Nur in den *Schweitzer Alpen* hielten sich Anzahl und Stärke der Dislokationen in der Fugen- und Kluft-Richtung des unteren Erd-Firmaments ziemlich das Gleichgewicht. Die geographische Ausdehnung der Alpen-Gebirge in Form eines Hackens ist Folge dieser ungleichen Vertheilung hado-gigantogener Durchbruch-Erhebungen.

Der rechte Winkel, welcher, der Hacken-förmigen Krümmung der *Zentral-Alpen* entsprechend, die meridianen Ketten der Kalk-Alpen im *Dauphiné* und im südlichen *Savoyen* mit den ostwestlich ziehenden *Bayerisch-Österreichischen* Kalk-Alpen bilden, wird durch die von *Savoyen* bis zum *Bodensee* grösstentheils in NO.-Richtung ziehenden Kalkalpen-Ketten der *Schweitz* auffallend abgestumpft. Diese Unregelmässigkeit in der Konfiguration der hado-gigantogenen Gesammt-Erhebung der *Alpen* wird jedoch merklich gemindert, wenn man den *Schweitzer Jura* als einen integrirenden Theil des alpinen Erhebungs-Systems betrachtet. Hiedurch erweitern sich die nördlichen und westlichen Begrenzungs-Linien der *Alpen* zu einer nur noch wenig abgestumpften Ecke und schliessen hiedurch ein beinahe vollkommen rechtwinkeliges Erhebungs-System ein, dessen beiden Schenkel nach den Meridianen und Parallel-Kreisen orientirt sind.

Allein nicht nur seiner geographischen Lage zufolge, sondern auch hinsichtlich der dreifachen Richtung seiner Erhebungs-Linien ist der *Schweitzer Jura* unbedingt dem Alpen-Systeme beizuzählen. Der dreifache Richtungs-Wechsel seiner Gewölb-Rücken entspricht dem bereits erwähnten dreimal veränderten Streichen der Kalk-Alpen, welche die West- und Nord-Seite der Zentral-Alpen in *Dauphiné* und *Savoyen*, in der *Schweitz* und in *Oberdeutschland* umgürten. Zugleich liegen aber auch die meridianen *Jura*-Züge nördlich dem *Rhone-Flusse* in der Verlängerung der Kalk-Alpen um *Grenoble*, während die ostwestlich gerichteten *Jura*-Rücken von *Argau* bis *Besançon* als unterbrochene Fortsetzungen und Ausläufer der hadogenen Durchbruch-Erhebungen der *Bayern-Vorarlbergischen* Kalk-Alpen erkannt werden müssen. Die zahlreichen Parallel-Ketten des südlichen *Schweitzer Jura's*, welche nicht in einer der beiden Erhebungs-Rich-

tungen des unteren Erd-Firmaments liegen, sondern dem grossen Längenthal der *W.-Schweitz* parallel laufen, sind hingegen nicht als Fortsetzungen und Ausläufer selbstständiger alpiner Erhebungen, sondern als seitliche Stauchungen des Urgneiss-Firmaments anzusehen. Dieselben entstanden bei jenen Rücksendungen, welche in Folge der mächtigen hado-gigantogenen Emportreibungen der Alpen-Gebirge unvermeidlich eingetreten sind. Es mussten durch diese Reaktionen ausgedehnte Lateral-Pressungen entstehen, welche die dem Fusse der Erhebungen vorliegenden Schichten des oberen Erd-Firmaments zuerst Wellen-förmig stauchten und bei weiteren Rücksenkungen endlich in horizontaler Richtung Falten-artig zusammenpressten.

Forscht man nach dem relativen Alter der drei einfachen Hebungs-Systeme des *Jura's*, welchen sich an den Kreutzungs-Punkten der kryptogenen Aufstauchungen mit den gigantogenen und hadogenen Erhebungen noch zwei zusammengesetzte krypto-gigantogene und kryptohadogene Culminations- und Durchbruch-Systeme anreihen, so gelangt man zu Resultaten, welche von den Angaben E. de Beaumont's über die Hebungs-Epochen dieser drei einfachen und zwei zusammengesetzten Gebirgs-Systeme völlig abweichen.

Der *Französische* Geolog weist die kryptogenen Erhebungen des *Schweitzer Jura's* seinem 12. Gebirgs-Systeme der *Côte-d'or* * zu, die gigantogenen jenem von *Corsica-Sardinien* (Nr. 15) ** und die hadogenen dem Systeme des *Tatra-Rilodagh* (Nr. 16) ***, während er die krypto-gigantogenen Culminations- und Durchbruch-Erhebungen dem Gebirgs-Systeme des *Vercors* (Nr. 17) † und endlich die kryptohadogenen jenem der *Ost-Alpen* (Nr. 19) †† beizählt.

Dieser Klassifikation zufolge sollte die Entstehungs-Zeit der nach N. 45° O. ziehenden Erhebungen des *Schweitzer Jura's* zwischen die Ablagerungs-Epoche des Jurakalkes und der unteren Kreide fallen, jene der meridianen Gebirgs-Züge zwischen die eocäne und meiocäne Bildungs-Periode, jene der ostwestlich gerichteten zwischen die Ablagerungs-Zeit des Sandsteins von *Fontainebleau* und des oberen Süsswasserkalkes von *Paris*, jene der krypto-gigantogenen zwischen die Formation der oberen Kreide und der meiocänen Molasse, endlich die Ausbildung der krypto-hadogenen Erhebungen im *Jura* zwischen die Zeit der Niederschläge der Subapennin-Formation und des Diluviums.

Die Ausbildung des gesammten *Jura's* ist jedoch keineswegs in diesen fünf Zwischenepochen Ruck-weise erfolgt, wie die eben angegebene Klassifikation voraussetzen lässt, und es ist daher bei einer Berichtigung derselben zwischen der Periode der ersten Ausbildung der Höhen-Züge des *Jura's*, der allmählichen Umformungen derselben, und

---

* Élie de Beaumont *Notice sur les Systèmes des Montagnes* S. 407.
** Ebendas. S. 472. — *** Ebendas. S. 494.
† Ebendas. S. 533. — †† Ebendas. S. 497.

der Epoche der letzten Umwälzungen im Gebiete der bereits gebildeten Gebirgs-Züge wohl zu unterscheiden.

Was die erste Formung der *Jura*-Ketten betrifft, so unterliegt es nicht dem geringsten Zweifel, dass die erste Erhebung der ost-westlichen Faltungen im nördlichen *Schweitzer Jura* zwischen *Baden* und *Besançon* und jene der meridianen Gebirgs-Züge zwischen *Besançon* und *Chambery* zwischen die Ablagerungs-Zeit des untern und mittlen Oolithes fällt, während die ersten Emporhebungen der nordöstlich ziehenden Gewölb-Ketten des mittlen *Jura*'s mit der Epoche der Kreide-Bildungen übereinstimmen. Denn nach STUDER's vortrefflichen Bemerkungen bildet der untere *Jura* vom Parallel von *Chambery* bis nach *Salins* im *Französischen Jura* fast ausschliesslich die Gebirgs-Züge und Hochflächen, die zwischen dem *Ain* und dem Geschieb-Boden der *Bresse* liegen, und im nördlichen *Jura* zwischen dem *Doubs* und dem Süd-Rand der *Vogesen* bei *Besançon* und *Vesoul* tritt er vorherrschend auf. Im südlichen *Schweitzer Jura* wird bis in die Breite von *Neuchâtel* die Stufe meist durch die oberen Kalk-Formationen bedeckt und zeigt sich nur beschränkt auf dem Rücken der zerrissenen Gewölb-Ketten oder im Innern der Clusen. Schon im *Berner Jura* beginnen aber die zwischen der aufgesprengten Decke von weissem Jurakalk aufsteigenden braunen Massen sich stärker auszubreiten, und mit dem Fortschreiten des Systems gegen den *Rhein* zu im *Basler* und *Aargauer Jura* gewinnen sie wieder die Oberhand *.

Mit diesem Vorwalten des unteren Jura-Kalkes in den Gewölb-Rücken der Falten-Erhebungen des *S.-Französischen* und nördlichen *Schweitzer Jura's* ist das Vorherrschen hado-gigantogener Richtungen in den Gewölb-Ketten unzertrennlich verbunden. Während zur Zeit der Ablagerung des mittlen Jura-Kalkes die hadogenen Aufstauchungen des nördlichen *Schweitzer Jura's* und die gigantogenen des *Südfranzösischen* die gleichzeitig entstandenen Verlängerungen der nördlichen und westlichen Kalk-Alpen formten, die sich in der Gegend von *Besançon* zu vereinen strebten, bildeten die zwischen den beiden Linien dieser Durchbruch-Erhebungen des unteren Erd-Firmaments eingeschlossenen Landstriche ein weites Meeres-Becken, dessen Sedimente schlugen sich als mittle Jura-Schichten nieder, und in dessen ruhigeren Gewässern entstanden zahlreiche Korallen-Riffe, die in Verbindung mit den übrigen Strand-Bildungen die Stufen des Korallen-Kalkes zusammensetzten.

Nach Ausbildung dieser mittlen Jura-Schichten musste der Boden dieses Meeres-Beckens bereits theilweise trocken gelegt und nach Ablagerung des oberen *Jura's* in die Reihe der emarinen Höhen-Bildungen getreten seyn. Denn im *Jura* des *Waadt*, von *Neuenburg* und *Bern* bestehen meist die höheren Gewölb-Ketten, die schroffen nackten Fels-Riffe und die Trümmer-Halden am Fusse der Thal-Wände aus Korallen-

---

* STUDER, Geologie der Schweitz, II. Bd., S. 253.

und Portland-Kalk *. Letzter setzt die niedrigen Hügel am Rande des Gebirges vorzugsweise zusammen und bildet in drei Längenthälern derselben Mulden-förmige Anlagerungen. Im Innern des südlichen *Schweitzer Jura's* steigen seine Schichten steiler und höher auf als äussere öfters felsige Bekleidung der Thal-Wände, vom Korallenkalk nicht selten durch eine Mergel-Combe geschieden oder als vollständige Gewölbe diesen auch wohl umschliessend **.

Studer's Angaben zufolge sucht man nördlich von einer Linie, die etwa von *Biel* nach *Besançon* gezogen werden kann, vergebens nach Kreide-Petrefakten und stratifizirten Kreide-Bildungen. Je weiter man jedoch von dieser Linie aus gegen Süden fortschreitet, desto auffallender ist das Staffel-weise Hervortreten und die zunehmende Mächtigkeit der jüngeren Kreide-Bildungen. Während die seichten Meeres-Arme zwischen den jurassischen Insel-Ketten des gegenwärtigen *Berner* und *Neuenburger Jura's* das fast ausschliesslich entwickelte Neocomien erfüllte, konnten in den tieferen südlichen Theilen des bezeichneten Meerbusens, dessen Boden am Ende der Kreide-Zeit die emportauchenden Falten-Rücken des *Waadtländischen Jura's* bildete, die Sedimente des Rudisten-Kalkes, des Gaultes und sogar der jüngeren Kreide sich noch ungestört ablagern ***.

Die meso-kryptogenen Aufstauchungen des südlichen *Schweitzer Jura's* liefern hinlängliche Beweise, dass die Entstehung derselben mit der Ablagerung der Kreide in inniger Verbindung steht. So zeigen die Abhänge der *Dôle* gegen *S. Cergues* und das *Dappes-Thal*, und die Thäler von *La Sagne* und *Lachauxdefonds* † deutlich, dass das Neocomien, schon ursprünglich in Faltungen des Jurakalks abgelagert, mit demselben alle ferneren Quetschungen und Biegungen theilte. Endlich zeigen die Aufrisse am Fuss dieser Gebirge, dass nach Ablagerung der chloritischen Kreide Aufstauchungen stattfanden. Nach Studer's Ansicht steht es jedoch fest, dass nach Ablagerung der unteren chloritischen Kreide das Jura-Gebiet sich schon gehoben hatte und trockenes Land bildete, da ihm die turonische und senonische Kreide, die Nummuliten-Bildung und der Flysch, die in den *Alpen* so mächtig entwickelt sind, ganz zu fehlen scheinen. Auch gehören die einzigen Überreste aus dieser Zeit den am *Jura* vorkommenden Land-Thieren an und finden sich am Rande des Gebirges in ähnlicher Lage, wie die Landthier-Überreste der Diluvial-Zeit längs den Küsten des *Mittelmeeres* ††.

Mit der in der Mitte der oolithischen Ablagerung erfolgten Emporhebung der meso-hadogenen und meso-gigantogenen Falten-Züge, welche die in der Gegend von *Besançon* zusammentreffenden Verlängerungen der *Österreichisch-Bayern'schen* und der *Französisch-*

---

* a. a. O. S. 260. — ** Ebendas. S. 263.
*** Ebendas. S. 270. — † Ebendas. S. 303, 308 und 314.
†† Ebendas. S. 292.

Savoyischen Kalkalpen-Ketten bilden und mit der allmählich durch die Rücksenkungen der Zentral-Alpen aus dem Grund der Kreide-Meere aufgestauchten meso-kryptogenen Gewölb-Ketten des südlichen *Schweitzer Jura's* erscheint die Oberflächen-Bildung des gesammten *Jura's* zwar in ihren Grundzügen hergestellt, jedoch keineswegs völlig abgeschlossen.

Während der Nummuliten- und Flysch-Bildung, sowie während der Ablagerung der Molasse war der *Jura* zwar grösstentheils ein festländisches Gebirge. Allein während der letzten Epoche müssen vorzüglich in seiner Nord-Hälfte zahlreiche Meeres-Arme und abgeschlossene See-Becken den Grund der inneren *Jura*-Thäler erfüllt haben. Denn im Innern des *Jura's* erscheint nach STUDER die Molasse von *Ste. Croix* mit zunehmender Verbreitung in den meisten grösseren Längenthälern des nördlichen *Jura's* *. Ihre Lagerungs-Verhältnisse liefern ihm zufolge die unzweideutigsten Beweise, dass die Bildungen der Molasse wie in der Nähe der *Alpen* an den letzten Bewegungen des Kalk-Gebirgs Theil genommen; denn es liegen nicht nur die Sohlen der mit Molassen erfüllten Thäler in sehr ungleichen Höhen, deren Differenz zwischen *Lachauxdefonds* und *Delemont* 562^{m} beträgt, sondern es zeigen sich auch an mehren Stellen die Molasse-Schichten steil aufgerichtet.

Die Aufrichtung der Molasse ist im *Französisch-Savoyischen Jura* auf den Fuss der Jura-Züge beschränkt, welche die tieferen Thäler einschliessen, und ist unstreitig jenen Wirkungen beizurechnen, welche die noch bis zum Schlusse der Tertiär-Zeit fortdauernden Bewegungen im *Alpen*-Gebiet auf grössere Entfernungen veranlassten. Die ausserordentlichen Höhen jener Thäler im *Neuenburger* und *Berner Jura*, welche noch mit Molassen erfüllt sind, und der Umstand, dass selbst auf der Hochfläche der *Freiberge* (1053^{m}) zerstreute Parthie'n von Muschel-Sandsteinen 600^{m} über dem *Neuenburger See* (435^{m}) vorkommen, während er in den Umgebungen dieses See's ungefähr in der Meeres-Höhe von 550^{m} sich findet **, liefern hiefür genügende Beweise.

Die in den Kalk-Alpen zu beobachtenden Lagerungs-Verhältnisse lassen vermuthen, dass während der Tertiär-Periode die Rücksenkungen der Zentral-Alpen nur noch auf die denselben vorliegenden Kalkalpen-Ketten einen bedeutenden seitlichen Druck ausübten, welcher dieselben theilweise über die unbewegt gebliebenen oder bereits eng gefalteten tertiären Schichten am Fusse der Gebirge schob und theilweise umstürzte.

Unter diesen Umständen kann eine massenhafte Aufstauchung des gesammten mittlen *Schweitzer Jura's* zur Tertiär-Zeit nicht wie in der jurassischen Epoche Rücksenkungen, welche vom Innern der *Alpen* ausgehen, unmittelbar zugeschrieben werden. Mit grösserer Wahrscheinlichkeit ist diese Massen-Erhebung des *Neuenburger* und *Ber-*

---

* a. a. O. S. 346. — ** Ebendas. S. 390.

ner Jura's durch Depressionen veranlasst worden, die den Boden jener See-Becken betrafen, in welchen sich am Fusse der *Schweitzerischen* Kalk-Alpen die miocänen Molassen ablagerten.

Die Bewegungen, welche die mit diesen Niederschlägen ausgekleideten tiefen Meeres-Thäler des *Neuenburger* und *Berner Jura* um 6—700^{m} erhöhten und trocken legten, sind daher als Rand-Erhebungen zu betrachten, welche in Folge der tieferen Einbettung der Gewässer am Fusse der *Jura*-Gebirge entstanden sind. Letzte beurkundet noch heute das seiner ursprünglichen grossen Tiefe halber von den tertiären Gebilden unausgefüllte Becken des *Neuenburg-Bieler See's*, dessen acht Meilen lange Achse der Urparallel-Kreis von 34°30′ mit vollkommener Genauigkeit bezeichnet.

Einen geringen Überrest dieser Einsenkung bildet die am SO.-Fusse der *Jura*-Ketten sich fortziehende Reihe von Tief-Thälern, in welchen sich der *Aar*-Fluss hinwindet. Auch der gleichförmige Charakter der zusammenhängenden Rand-Erhebungen, welche sich als ein krypto-hadogenes Culminations-System vom *Mont Suchet* bis zur *Gyslifluh* bei *Aarau* in abwechselnd nordöstlichen und ostwestlichen Richtungen hinziehen, lässt in demselben eine bei Beginn der Ablagerung der bunten Nagelfluh entstandene Aufstauchung schon vorhandener *Jura*-Ketten vermuthen.

Der Staffel-förmige Übergang der Rand-Erhebungen aus der Richtung des Ur-Parallels unter 34°35′ nördlicher Ur-Beite, welche vom *Mont-Suchet* bis zum *Chasseral* vorherrscht, in die von der *Schafmatt* bis zur *Gyslifluh* maassgebende ostwestliche Richtung im Parallel von 47°26′ nördlicher Breite zeigt zur Genüge, dass die letzten Bewegungen im *Jura* nach Ablagerung der Molassen im nördlichen Theile käno-hadogene Aufstauchungen veranlassten, während dieselben im *Neuenburger Jura* ebenso überwiegende käno-kryptogene Massen-Aufstauchungen bildeten, welche westlich im Meridian von *Pontarlier* (4° östlicher Länge von *Paris*) durch eine käno-gigantogene Spalten-Bildung begrenzt wurden.

Die Überkippungen der in Falten-Wände zusammengepressten *Jura*-Gewölbrücken auf der hadogenen Falten-Linie *Lomont-Mont-Terrible-Hauenstein* sind grösstentheils nach Norden gerichtet und beweisen durch das Süd-Fallen der Schichten deutlich, dass sie mit den lateralen Dislokationen der südlicher liegenden Gewölb-Ketten nicht in Verbindung stehen, sondern ein Resultat von solchen Bewegungen sind, welche die nördlich vorliegenden Theile der Erd-Rinde senkten und am südlichen Rande der Senkung die zuerst gequetschten *Jura*-Gewölbe zu gleichförmigen nördlichen Überkippungen zwangen.

Der Vf. glaubt, dass diese Vorgänge mit der unmittelbar nach Ablagerung des Jura-Kalkes erfolgten krypto-gigantogenen Bildung des *Ober-Rheinthales** in nächster Verbindung gestanden sind. Diese

---

* E. de Beaumont, *Notice sur les Systèmes des Montagnes* S. 411.

mächtige endogene Thal-Bildung, welche die Trennung der Urgebirgs-Stöcke der *Vogesen* und des *Schwarzwalds* bewirkte und die exogenen Stauchungs-Randerhebungen der *Jura*-Züge in *Franken, Schwaben* und *Lothringen* hervorrief, hat in der 15 deutsche Meilen weiten Lücke zwischen derselben die bereits vorhandenen hadogenen Falten-Ketten des nördlichen *Jura's* von Norden her zusammengepresst und auf der Linie *Lomont-Mont-Terrible-Hauenstein* zu nördlichen Überkippungen gezwungen. Die häufigen Falten-Quetschungen und Überstürzungen an der *Staffeleck* und bei *Denebüren* sind hingegen sowohl der *Oberrheinischen* Senkung als auch den Bewegungen beizuzählen, welche die Ausbildung der nördlichen Theile des Senkungs-Randes des Thal-Beckens der *West-Schweitz* veranlassten.

Obgleich Studer in seiner »Geologie der Schweitz" bei Erklärung der Überstürzungen in der Kette des *Mont Terrible* einen vom Innern der Alpen ausgegangenen und bis zur Verwerfungs-Linie des *Lomont-Mont-Terrible* fortgepflanzten Seitendruck voraussetzt *, so erkennt dennoch der berühmte Alpen-Geolog, dass in einer Theorie des *Jura's* nächst der Hebungs-Linie des *Mont-Terrible* und dem Einfluss der vielfachen Bewegungen, die von den *Alpen* ausgingen, die Einwirkung des *Schwarzwaldes* und der *Vogesen* nicht unberücksichtigt bleiben darf **.

Mit den allgemeinen Grundzügen der so eben aufgestellten Theorie über die letzten Erhebungen im Gebiete des *Jura's* stimmt hingegen dessen nachfolgende Bemerkung vollkommen überein.

„Die grossartige Erhebung," erklärt Studer, „das ungleiche Aufsteigen seiner Hochflächen und Ketten, die stark geneigte Stellung und Überkippung seiner Kalk-Lager fand, wie in den *Alpen*, erst nach Ablagerung der Molasse statt, und nur die weit schwächere Energie des Hebungs-Prozesses im *Jura* ist Schuld, dass sein Einfluss auf die Molasse, wie auf die Kalk-Bildungen selbst auch weniger auffallend erscheint ***."

Eben so vortrefflich sind Studer's Angaben über die Richtungen der im *Jura* vorkommenden Hebungs- und Verwerfungs-Linien. Er erklärt, dass die Richtung der zentralen Haupt-Kette des *Mont Terrible-Wysenbergs* beinahe der Richtung eines Parallels oder jener der *Ost-Alpen* folgt †, erkennt die Direktion N. 45° O., welche die Richtung der Urparallel-Kreise im *Jura* bildet, als jene des *Jura's* von *Neuchâtel*, und theilt die Verwerfungen in dem wichtigen Bezirke von *Besançon*, in welchem sich die drei Erhebungs-Systeme des *Jura's* begegnen und kreutzen, ebenfalls in drei Klassen, wovon die beiden ersten in ihren Richtungen dem Streichen des *Jura's* von *Neuchâtel* und der Kette des *Mont-Terrible* entsprechen und die dritte Klasse nahezu dem Meridiane folgt ††.

---

* Studer, Geologie der Schweitz, II. Bd., S. 340.
** Ebendas. S. 210. — *** Ebendas. S. 393.
† Ebendas. S. 207. — †† Ebendas. S. 318.

Die Hebungs-Rücken, welche den so eben entwickelten, in ihren relativen Alters-Epochen verschiedenen vier Hebungs-Systemen des *Jura's* angehören, folgen ausnahmslos einer oder mehren der so eben bezeichneten drei Hebungs-Richtungen, und E. DE BEAUMONT's fünf verschiedene Richtungs-Linien der Erhebungen des *Jura's* lassen sich in allen Theilen dieses Gebirges auf diese orthodromen Haupt-Erhebungs-Richtungen zurückführen.

Vergleicht man die relativen Alters-Epochen jener fünf Gebirgs-Systeme, welche seinen Angaben zufolge im *Jura* auftreten, mit den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung, so zeigt sich, dase die erste Emporhebung des *Süd-Französischen Jura's* nicht in die Bildungs-Epoche des Systems von *Corsica-Sardinien* (Nr. 15) und jene des nördlichen *Schweitzer Jura* nicht in die des Systems von *Tatra-Rilodagh* (Nr. 16) fällt, sondern dass beide ein noch höheres relatives Alter besitzen, als E. DE BEAUMONT seinem zwölften Hebungs-Systeme des *Erzgebirges* beilegt. Letztem entspricht zwar im Allgemeinen die erste Emporhebung des südlichen *Schweitzer Jura's*; allein die Massen-Erhebung dieses Theils des *Jura's* ist hinsichtlich ihrer Entstehungs-Zeit erst mit dem Systeme der *West-Alpen* (Nr. 18) zu vergleichen, mit welchem es jedoch in Hinsicht der von E. DE BEAUMONT hiefür aufgestellten Erhebungs-Linie nicht die entfernteste Ähnlichkeit besitzt. Die Schichten-Verwerfungen im Gebiete der ostwestlichen Hebungs-Linie *Lomont-Mont-Terrible-Hauenstein* fallen noch in die Epoche, welche dieser Geolog seinem Systeme des *Erzgebirges* (Nr. 12) anweist. Endlich ist dessen Angabe, dass die *Jura*-Erhebungen in der Richtung des Systemes der *Ost-Alpen* mit demselben zwischen die Ablagerungs-Periode der Subapennin-Formation und jene des Diluviums fallen, sehr zu bezweifeln, da die Bildung der kryptohadogenen Rand-Erhebungen auf der Linie vom *Chasseral* bis zum *Gyslifluh* mit der schon während der Ablagerung des Muschel-Sandsteins stattgefundenen Gesammt-Erhebung des *Neuenburger Jura* in innigster Verbindung steht, und nur am *Weissenstein* auf die ersten Anfänge der im Thal-Becken zwischen *Bévilard* und *Court* eingeschlossenen bunten Nagelfluh herabgeführt werden kann *.

Die Differenzen, welche zwischen den durch den Vf. getroffenen Bestimmungen des relativen Alters der *Jura*-Erhebungen und jenem der Gebirgs-Systeme E. DE BEAUMONT's bestehen, liefern den untrüglichen Beweis, wie wenig die Alters-Bestimmung der am Fusse einzelner Gebirgs-Rücken in geneigter Lage angetroffenen Schichten auf das relative Alter der Gesammt-Erhebungen gültige Schlüsse zu folgern gestattet. Meistens bezeichnen die am Fusse eines Gebirges noch wirklich gehobenen Schichten nur das relative Alter jener unbedeutenden Dislokationen, welche von den ersten gewaltigen Emporhebungen der Gebirgs-Rücken oft durch unendlich grosse Zeiträume geschieden sind,

---

* a. a. O. S. 360.

und nur als die letzten Zuckungen der Erd-Rinde innerhalb gewisser Erhebungs-Bezirke zu betrachten sind, die auf die Oberflächen-Gestaltung derselben und daher vorzüglich auf die Lage und Richtung der Hebungsrücken-Linien meistens nur einen höchst geringfügigen Einfluss ausübten.

Diese Bemerkung gilt vorzüglich E. DE BEAUMONT's achtzehntem und neunzehntem Gebirgs-Systeme der *West-Alpen* und *Ost-Alpen*, in welchen allerdings noch während der ganzen Tertiär-Periode unausgesetzte Bewegungen die Zentral-Massen und den Fuss der *Alpen* senkten und hoben und hiebei die demselben angelagerten meist horizontal geschichteten Sedimente der Tertiär-Epoche stauchten, quetschten und überbogen. Die vorzüglichsten Erhebungen der *Ost-* und *West-Alpen* und ihre beinahe vollständige Ketten-Bildung ist aus den von E. DE BEAUMONT für die *Alpen* angegebenen Hebungs-Epochen am Schlusse der Tertiär-Zeit in die Zeit der Oolith- und Kreide-Ablagerungen zurückzuversetzen. Das Ende der Sekundär-Zeit ist überhaupt als die vorzüglichste Bildungs-Epoche von sämmtlichen acht Gebirgs-Systemen anzusehen, die E. DE BEAUMONT von dem zwölften Systeme des *Erzgebirges* anfangend bis zu dem neunzehnten Erhebungs-System der *Ost-Alpen* aufzählt.

E. DE BEAUMONT hat seinen Untersuchungen über den Parallelismus gleichzeitig gehobener Gebirgs-Glieder jenen Umfang und jenen Grad von Schärfe und Genauigkeit zu geben gesucht, welcher derartigen wissenschaftlichen Forschungen geziemt, und seine ebenso umständlichen als glänzenden Beweisführungen haben nicht wenig dazu beigetragen, seinen zweifelhaften Lehren in weiten Kreisen unbedenkliche Geltung zu verschaffen. Ist aber die Theorie vom Parallelismus aller gleichzeitig entstandenen Erhebungen grundsätzlich irrig, wofür in Vorhergehendem die allgemeinen Belege gegeben wurden, so müssen auch die Beweis-Mittel unhaltbar seyn, deren sich E. DE BEAUMONT zur allseitigen Begründung seiner Lehren bediente.

Schon in den Begriffen, welche er mit dem Ausdrucke „Gebirgs-System" verbindet, herrscht eine wesentliche Verschiedenheit mit den im Laufe dieser Abhandlung aufgestellten Grundsätzen. Ihm zufolge ist die „Hebungs-Linie eines Gebirgs-Systems" gleichbedeutend mit der „mittlen Streich-Linie der Schichten" parallel laufender Gebirgs-Glieder, während nach gewöhnlichen Begriffen unter einer Hebungs-Linie vor Allem eine wirkliche „Aufrichtungs-Achse der Schichten" verstanden werden muss, welche aber keineswegs in allen Fällen mit der mittlen Streich-Linie der Schichten übereinstimmt.

Die Linien, in welchen die Schichten des Urgneiss-Firmaments der Erde bei allen endogenen Faltungen und Spaltungen und den durch endogene und abyssogene Rücksenkungen entstandenen Aufstauchungen in den vier präformirten Hebungs-Richtungen dislozirt wurden, bilden auch stets die orthodromen Aufrichtungs-Achsen der Schichten,

welche sich der Erd-Oberfläche zunächst befinden. Loxodrome Aufrichtungs-Achsen gehören zu den seltenen Fällen, in welchen schwache Rücksenkungen nur exogene Aufstauchungen von sedimentären Schichten erzeugten. Die durch Bewegungen im kryptogenen und hadogenen Erd-Firmamente gebildeten Dislokationen der Schichten hatten hingegen stets Faltungen, Falten-Aufbrüche oder Verwerfungen der Schichten zur Folge, deren Rücken- und Kanten-Linien stets in gleichem Abstande von den ursprünglichen orthodromen Aufrichtungs-Achsen sich bildeten, und die desshalb gleich diesen als orthodrome Hebungs-Linien bezeichnet werden können. Die Kant- und Rücken-Linien der Erhebungen bilden nun entweder direkt die Kämme und Rücken der Gebirgs- und Höhen-Züge, oder sie prägen sich in mehr oder minder deutlichen orthodromen Hebungs-Rückenlinien aus, im Falle sie nach ihrer Bildung entweder von Niederschlägen überdeckt oder an ihren Hängen von massenhaften Ablagerungen umgeben wurden.

Den endogenen und abyssogenen Aufrichtungs-Achsen der Schichten des Urgneiss-Firmaments, welche den beiden präformirten Fugen- und Kluft-Richtungen des Gesammt-Firmaments stets orthodrom sind, entsprechen daher auch in allen Fällen orthodrome Hebungs-Rücken. Hingegen ist das beobachtete Streichen der Schichten mit der Aufrichtungs-Achse derselben, welche in der Hebungs-Rückenlinie stets ihren sichtbaren Ausdruck findet, nur in jenen Fällen konkordant, wenn die Schichten entweder

nur einmal gehoben, oder

bei mehrfachen Hebungen stets in parallelen Richtungen dislozirt wurden, oder

bei mehrfach sich kreutzenden Hebungen schon ursprünglich vertikal aufgerichtet oder in Falten-Wände zusammengepresst wurden.

Die verschiedenen Lagerungs-Verhältnisse der Schichten innerhalb bestimmter Hebungs-Rücken nöthigen zu folgenden nähern Bezeichnungen.

Geradlinige Hebungs-Rücken, welche eine einfache Emporhebung horizontal abgelagerter Schichten Dach- oder Gewölb-förmig gestaltete, ohne den Zusammenhang derselben zu unterbrechen, bilden konkordante Antiklinal-Rücken oder Schichtendach-Rücken.

Im Falle die gewölbförmig aufgetriebenen Schichten durch Aufbrüche in parallel laufende Verwerfungs-Rücken umgeformt wurden, oder diese Erhebungs-Form sich durch einseitige Aufrichtung horizontal abgelagerter Schichten erzeugte, entstehen Höhen-Bildungen, in welchen wie bei den Schichtendach-Rücken die Schichten stets mit ihrer Aufrichtungs-Achse konkordant streichen und daher ebenfalls nur konkordante Hebungs-Rücken zusammensetzen.

Waren die Schichten bereits vor Bildung geradliniger Hebungs-Rücken in einer mit der Aufrichtungs-Achse parallelen Richtung dislozirt, so wird bei einer nachfolgenden parallelen Faltung oder Verwerfung nur selten der Fall eintreten, dass die Fall-Winkel der Schichten mit

dem Böschungs-Winkel des einen oder der beiden Hänge des Hebungs-Rückens so genau übereinstimmen, dass hiedurch Schichtendach- und konkordante Verwerfungs-Rücken entstehen. — Meistens wird bei wiederholten Parallel-Faltungen, welche in Mitte einseitig aufgerichteter Schichten stattfinden, der Fall-Winkel der Schichten grösser als der Böschungs-Winkel der Hänge, wodurch konkordante Antiklinalfächer-Rücken sich bilden. In jenen häufigen Fällen, wo die bereits gefalteten und gestauchten Schichten durch seitlichen Druck aus Schichten-Gewölben in vertikale Schichten-Wände umgeformt wurden, werden bei wiederholten Parallelfalten-Erhebungen konkordante Synklinalfächer-Rücken entstehen. Die Aufbrüche der letzten und der konkordanten Antiklinalfächer-Rücken werden stets gleich den aufgebrochenen Schichtendach-Rücken konkordante Verwerfungs-Rücken bilden.

Im Falle sich in Mitte von einseitig aufgerichteten Schichten, welchen bereits frühere Erd-Katastrophen eine bestimmte Streich- und Fall-Linie aufgeprägt hatten, ein geradliniger Gewölb-Rücken mit einer von dieser Streich-Linie abweichenden Schichtaufrichtungs-Linie ausbildete, so können die den Gebirgs- oder Höhen-Zug queer durchziehenden Schichten zwei verschiedene Gattungen von geradlinigen Hebungs-Rücken erzeugen. Senkrecht fallende Schichten setzen auch hier noch diskordante Synklinal-Rücken zusammen, während diskordante Antiklinal-Rücken aus flachen oder stark fallenden Schichten gebildet werden, welche unter Fall-Winkeln, die von den Böschungs-Winkeln des Fächer-Rückens abweichen, queer über denselben streichen. Einseitige Aufrichtungen im Gebiete gestörter Schichten, welchen ein konstantes Streichen und Fallen zukommt, bilden stets bei abweichenden Aufrichtungs-Linien diskordante Verwerfungs-Rücken.

In jenen zahlreichen Fällen, wo die verschiedenen Schichten, welche einen Gewölb-Rücken zusammensetzen, bereits vor Bildung desselben diskordante Lagerung zeigten, werden die hiebei zum ersten Male dislozirten obersten Schichten den äusseren Mantel eines Schichtendach-Rückens bilden, und die mehrmals dislozirten obersten Schichten konkordante oder diskordante Synklinal- und Antiklinal-Rücken. Die diskordanten Schichten des Liegenden bilden hingegen stets einen mit den Struktur-Verhältnissen des Mantels diskordanten Kern des Gewölb-Rückens.

Bei den verschiedenen Gattungen der konkordanten geradlinigen Gewölb- und Verwerfungs-Rücken stimmen, wie bereits bemerkt wurde, die Hebungs-Rückenlinien und die Längen-Achsen der Gebirgs- und Höhen-Züge mit den zu beobachtenden Streich-Linien der äussern Schichten in ihren Richtungen überein. Die Achse der intensivsten Schichten-Aufrichtung bildet zugleich die Kulminations- oder Gipfel-Linie, welche bei allen konkordanten geradlinigen Hebungs-Rücken stets mit der höchsten Hebungs-Rückenlinie zusammenfällt. Sie bildet ferner die Wasserscheide-Linie des Gebirgs- oder Höhen-Zugs, im Falle er nicht von Queerthälern durchbrochen ist, welche ihn bis auf das

Niveau der Längenthäler spalteten, die an seinem Fusse hinziehen. Mit der Hebungs-Rückenlinie laufen endlich nicht nur die Formations-Scheidelinien parallel, welche den Fuss des Höhen-Rückens begrenzen, sondern auch mit den an den Seiten-Hängen der Hebungs-Rücken hinziehenden Formations-Grenzen in allen jenen Fällen, wo die Schichten, welche den Hebungs-Rücken zusammensetzen, eine durchgängig konkordante Lagerung haben. Bei Schichtendach-Rücken besteht nur selten ein Wechsel der normalen Formationen. Ist ein solcher vorhanden, so stehen die Formations-Scheidelinien meist in keiner Beziehung zu den Hebungs-Achsen, sondern hängen von früher bestandenen Niveau-Linien der Gewässer oder von Richtungen der Senkungs-Ränder und Queerspalten ab, welche die Hänge oder das Profil der Erhebung aufgeschlossen haben.

Geradlinige konkordante Gewölb- und Verwerfungs-Rücken sind nicht so häufig anzutreffen, wie seit DE SAUSSURE bisher angenommen wurde. Urfalten-Erhebungen, welche noch bis heute ihre ursprüngliche regelmässige Oberflächen-Bildung unverändert beibehalten haben und von den Kreutzungen mit neuern Hebungen frei blieben, so wie eine beschränkte Anzahl von einzelnen Urspalten- oder hadogenen und gigantogenen Durchbruch-Erhebungen gehören dieser Klasse der geradlinigen Hebungs-Rücken an, in welchen die sieben Richtungs-Elemente jedes Gebirgs- und Höhen-Systems vollkommen konkordant sind.

In den beiden Gattungen der diskordanten geradlinigen Hebungs-Rücken besteht, wie in den konkordanten, kein Unterschied in der Lage der wirklichen Aufrichtungs-Achse der Schichten der Hebungs-Rückenlinie und der Längen-Achse des Gebirgs-Zugs. Die Hebungs-Rückenlinien laufen auch hier mit den zwar ausgesprochenern, aber ebenfalls nur selten über denselben stark erhöhten Gipfel-Linien parallel, und ebenso bilden sie beinahe ausnahmslos die Wasserscheide-Linien der Gebirgs- und Höhen-Züge. Die Formations-Scheidelinien der normalen Fels-Massen zeigen endlich ein analoges Verhalten mit jenen der vorher beschriebenen vier Arten von konkordanten geradlinigen Hebungs-Rücken.

Die Streich-Linien der Schichten werden hingegen bei allen Beobachtungen derselben beinahe stets andere Richtungen aufweisen als die jüngste Schichten-Aufrichtungsachse, die in der Hebungs-Rückenlinie ihre unveränderliche sichtbare Bezeichnung findet, und welche man die „Ablenkungs-Achse der Schichten“ nennen kann.

Bei allen gequetschten und aufgebrochenen Gewölb-Rücken und Verwerfungs-Wänden stimmt selbst bei Hebungen, welche in der Richtung einer Ablenkungs-Achse erfolgten, das Streichen der Schichten stets mit dem früheren Streichen überein. Desshalb fallen hier antekonkordante Streich-Linien stets mit der Richtungs-Linie der erst-maligen Erhebung in dem Falle zusammen, wenn die Schichten bei derselben bereits senkrecht aufgerichtet oder nach der ersten Emporhebung in vertikale Schichten zusammengepresst wurden.

Geradlinige diskordante Gewölb-Rücken, bei welchen durch solche Vorgänge nach der zweiten Hebung in der Richtung der Ablenkungs-Achse bei Ausbildung des Gewölb-Rückens die ursprünglich schwebenden Schichten in lothrechte Lage gebracht wurden, zeigen in ihren Fächer-Kämmen einen Schichten-Bau, welcher jenem der konkordanten Schichtenwand-Rücken zunächst steht, wesshalb in ihnen post-konkordante Streich-Linien der Schichten noch am meisten der Lage der jüngeren Hebungs-Linie oder der Ablenkungs-Achse entsprechen.

Bei allen geradlinigen diskordanten Antiklinal-Rücken sind hingegen für das Streichen der Schichten auf beiden Hängen des Rückens zwei Systeme von mittlen Streich-Linien maassgebend, welche je nach der Grösse des Winkels, welchen beide Hebungs-Linien unter sich bilden, der Richtung der stärkeren Hebung in grösserem oder geringerem Maasse sich nähern. In erstem Falle werden öfters annähernd ante-konkordante oder post-konkordante Streich-Linien entstehen, bei geringerem Maasse der Hinneigung aber entschieden discordante. Im Falle der Hebungs-Rücken aus flachen oder stark fallenden Schichten zusammengesetzt ist und die Stärke beider Erhebungen ziemlich im Gleichgewichte steht, werden die mitteln diskordanten Streich-Linien der Schichten beider Hänge sich im Durchschnitte gegenseitig zu einem rechten Winkel ergänzen, welche Eigenschaft Gelegenheit bietet, die zwei Systeme von Streich-Linien, welche die Schichten auf beiden Hängen der Hebungs-Rücken der bezeichneten Gattung befolgen, als diskordante Komplementar-Streichlinien zu bezeichnen.

Den geradlinigen konkordanten und diskordanten Hebungs-Rücken reihen sich die gerad-gebrochenen Hebungen mit einmaligen, mehrfach gleich-gerichteten oder verschieden laufenden Schichten-Aufrichtungs-Achsen an, welche eine gleiche Anzahl von gerad-gebrochenen konkordanten und von gerad-gebrochenen diskordanten Hebungs-Rücken bilden, die beinahe sämmtlich den Durchbruch-Hebungen und den abyssogenen Stauchungen des Urgneiss-Firmaments angehören.

Es wurde bereits entwickelt, wie sich das Urgneiss-Firmament der Erde bei den Faltungen und Spalten-Bildungen des untern Erd-Firmaments und bei den eigenen abyssogenen Rücksenkungen stets in den vier präformirten Richtungen der ältern und neuern Fugen und Klüfte spalten und stauchen musste. Die Fortsetzungen der Durchbruch-Erhebungen und Aufstauchungen des Urgneiss-Firmaments bildeten die gerad-gebrochenen Aufrichtungs-Achsen der obersten Schichten und daher auch die gerad-gebrochenen Kamm- und Rücken-Linien der Erhebungen der Erd-Oberfläche. Sämmtliche gerad-gebrochene Hebungs-Rückenlinien sind daher ebenfalls als Ausprägungen der gefalteten, geklüfteten und aufgestauchten Schichten des Urgneiss-Firmaments zu betrachten, welche sich auf der ganzen Erde in ihren Umrissen durch ihre orthodromen Richtungen auf das Bestimmteste von den durch schwache äussere Rücksenkungen geformten exogenen Stauchungs-Randerhebungen unterscheiden lassen.

In allen Gebirgs-Systemen, über welche genauere topographische Darstellungen vorliegen, folgen nicht nur die gerad-linigen längern Erhebungs-Rücken, sondern auch die einzelnen Theile der schärfer ausgeprägten gebrochenen Kamm- und Rücken-Linien meist mit der grössten Genauigkeit den Richtungen der Parallel-Kreise und Meridiane des primitiven und des gegenwärtigen Rotations-Sphäroids. Mittelst Anwendung dieser Beobachtung lassen sich jene Boden-Gestaltungen, welche durch endogene Dislokationen und abyssogene Rücksenkungen und Aufstauchungen der regelmässig gefügten Theile der Erd-Rinde gebildet wurden, überall von den durch plutonische Überlagerungen und neptunische Ablagerungen gebildeten Oberflächen-Formen, sowie von den durch exogene Rücksenkungen erzeugten loxodromen Rand-Gebilden mit Leichtigkeit unterscheiden. Bei näherem Studium der mechanisch-geologischen Gesetze und ihrer Einwirkung auf die Boden-Gestaltung jener Theile der Erd-Rinde, welche in orographischer und geognostischer Hinsicht vollständig bekannt sind, wird nur selten ein Zweifel entstehen, welchen Oberflächen-Gebilden die Eigenschaften von orthodromen, geradlinigen und gerad-gebrochenen Hebungs-Rücken zukommen, und welche Gebilde als loxodrome, plutonisch entstandene Auslauf-Rücken und neptunisch geformte Land-Rücken oder endlich als exogene und loxodrome Stauchungs-Randerhebungen und Spalten-Bildungen angesehen werden müssen.

Mit der Richtung der Ablenkungs-Achsen der Schichten und der Hebungsrücken-Linie stimmt in den konkordanten und diskordanten gerad-gebrochenen Hebungs-Rücken die Richtung der Gipfel-Linie überein, mit welcher auch in dieser Höhen-Klasse die Hebungsrücken-Linie annähernd gleichläuft und nur einzelne höhere Gipfel durch stärkere Ausprägungen der Schichten-Störungen des Urgneiss-Firmaments gebildet wurden. Mit der Lage der Hebungsrücken-Linie fällt ferner auch die Wasserscheide-Linie zusammen, mit Ausnahme des bereits vorhergesehenen Falls tiefer Queerspalten-Bildungen, welche den Gebirgs-Zug vollkommen trennen. Die Beziehungen, welche die Richtungen der Scheide-Linien der normalen Formationen am Fusse der Hebungs-Rücken, in den Aufbrüchen der Gewölbe und in den Aufschlüssen der Profile zu den Hebungs- und Senkungs-Richtungen gerad-gebrochener Höhen-Züge zeigen, sind jenen ähnlich, die bei gerad-linigen Hebungs-Rücken bestehen. Hingegen kommt den Längen-Achsen der gerad-gebrochenen Höhen-Rücken stets eine Lage zu, die durch eine Mittel-Linie jener Richtungen bezeichnet wird, welche die einzelnen gerad-linigen Theile des Hebungs-Rückens befolgen.

Diese mittle Längen-Achse kann bei gerad-gebrochenen konkordanten Hebungs-Rücken im Allgemeinen auch als die mittle Streich-Linie der obersten Schichten angesehen werden. In gerad-gebrochenen diskordanten Schichtenwand-Rücken und Fächer-Kämmen sind die beobachteten Streich-Linien ebenso wie bei den geradlinigen ante- und post-konkordant, da sie auch hier der Richtung der ältern oder neuern

Dislokations-Linie entsprechen, in welcher die Schichten senkrecht aufgerichtet wurden.

Bei gerad-gebrochenen diskordanten Antiklinal-Rücken mit flachen bis starkfallenden Schichten herrschen endlich Doppel-Systeme von diskordanten Komplementar-Streichlinien vor, welche je nach der Grösse des Winkels, den die ältere Schichtenaufrichtungs-Linie und die mittle Längen-Achse unter sich bilden, und je nach der Stärke der beiden Emporhebungen, sich der ältern Schichtenaufrichtungs-Achse oder der mittlen Längen-Achse des gerad-gebrochenen diskordanten Anticlinal-Rückens mehr oder minder nähern.

Weit zahlreicher als die so eben geschilderten Klassen von einzelnen Hebungs-Rücken mit gerad-linigen und gerad-gebrochenen Rücken- und Schichtenaufrichtungs-Linien, die in Mitte horizontal gelagerter Schichten oder in gequetschten Falten-Systemen entstanden sind, in welchen vorausgegangene Erd-Katastrophen die aufgeborstenen Schichten-Gewölbe als Trümmer-Gesteine hinweggeführt und den zusammengepressten Falten-Wänden bestimmte Streich-Linien aufgeprägt hatten, sind jene zusammengesetzten Hebungs-Systeme, in welchen nach der ersten Ausbildung als Hebungs-Rücken noch jüngere Hebungen mit abweichenden Richtungs-Linien nachfolgten.

In diesen zusammengesetzten Höhen-Systemen erleiden die bisher so einfachen Wechsel-Beziehungen, welche zwischen der Lage der Hebungsrücken- oder Schichtenaufrichtungs-Linien und den übrigen fünf Richtungs-Elementen bestehen, eine vollständige Änderung.

Am verwickeltsten gestalten sich die Formations-Scheidelinien der normalen Fels-Massen, welche die Erhebungen dieser Gattung zusammensetzen. Da ihre Lage nicht nur von den lokalen Schichten-Störungen, sondern auch von entfernten Dislozirungen abhängt, welche die verschiedenen Niveau-Linien bestimmten, die den Niederschlägen und Emersionen der Sedimente als Grenz-Linien dienten, so können für den Verlauf der Formations-Scheidelinien in zusammengesetzten Hebungs-Systemen keine Regeln von umfassender Gültigkeit aufgestellt werden.

Am einfachsten bleiben noch die Beziehungen zwischen den Richtungen der Hebungs-Rücken und den Kulminations- oder Gipfel-Linien. Die Gipfel-Bildung ist für alle zusammengesetzten Höhen-Systeme ein so charakteristisches Merkmal, dass man dieselben vorzugsweise als Kulminations-Systeme bezeichnen kann.

In den gewöhnlichsten Fällen kreutzen sich entweder nur zwei in verschiedenen Richtungen laufende Gewölb- oder Verwerfungs-Rücken, oder es wird ein System von mehren Parallel-Rücken von einem einzelnen Hebungs-Rücken durchschnitten. Die auf den parallelen Hebungs-Linien entstehenden Kreutzungs-Punkte werden eben so viele Kulminationen bilden, und die Gipfel-Linie, welche diese Punkte unter sich verbindet, wird mit der Linie der jüngern Ablenkung der Schichten und dem durch sie gebildeten niedrigern Hebungs-Rücken vollständig zusammenfallen.

Wird hingegen eine Anzahl ähnlicher Parallel-Rücken von einem neuen Hebungs-Systeme mit mehren parallelen Schichtenaufrichtungs-Linien durchkreutzt, so vertheilen sich die Kulminations-Punkte über die Oberfläche der ganzen Gebirgs-Masse, welche durch die Kreutzung der beiden Parallel-Systeme emporgehoben wurde, und die Linie, welche die höchsten Gipfel unter sich verbindet, ist zwar von den Höhen der zweimaligen Emporhebungen abhängig, steht aber mit den einzelnen Richtungen derselben in keinem nähern Zusammenhang.

Diese Gattung zusammengesetzter Höhen-Systeme ist sehr zahlreich vertreten. Man kann die ihr angehörigen Gebirge als Kulminations-Massenerhebungen bezeichnen, zur Unterscheidung von den Kulminations-Knotenerhebungen, welche bei dem Zusammentreffen zweier Hebungs-Rücken sich bilden, und im Gegensatze zu den gerad-linigen und den gerad-gebrochenen Kulminations-Kettensystemen, wovon die erste Gattung aus der Kreutzung mehrer Parallel-Rücken mit einer einzigen Hebungs-Linie, letzte aus einer stufenweisen Durchkreutzung derselben mit mehren Hebungs-Linien entstehen.

Eine fünfte Klasse der Kulminations-Systeme wird durch die Schaarung oder die naheliegende Durchkreutzung von drei oder mehren konvergirenden Hebungs-Rücken gebildet. Es entsteht hiedurch eine Kulminations-Gattung, in welcher von einem zentralen Gebirgs-Stocke, der die Stelle des Schaar-Punktes oder der nahe nebeneinander liegenden Kreutzungs-Punkte bedeckt, eine Anzahl von Gebirgs- und Höhen-Rücken strahlenförmig ausläuft. In diesen Systemen nimmt die Stelle des Schaar-Punktes ein einziger Zentral-Gipfel, jene der Kreutzungs-Punkte hingegen eine Gruppe von Gipfel-Erhebungen ein, welche dem Gebirgs-Stocke aufgesetzt sind.

Ist in dieser Gruppe eine höchste Gipfel-Linie vorhanden, so stimmt sie nur dann mit einer der Hebungs-Richtungen des Kulminations-Systems überein, wenn dieselbe alle übrigen bei Bildung des Gebirgs-Stocks an Intensität weit übertroffen hat.

Es ist als Regel zu betrachten, dass nur in geradlinigen Kulminations-Ketten eine Wasserscheide-Linie besteht, welche mit der Kulminations- und Gipfel-Linie des Systems mehr oder minder genau zusammenfällt. Gerad-gebrochenen Kulminations-Ketten und Kulminations-Massen gehören hingegen stets gekrümmte Wasserscheide-Linien zu, während die Kulminations-Knoten und Schaar-Systeme nur einen Wasserscheide-Knoten besitzen.

Ebenso ist nur in den geradlinigen Kulminations-Kettensystemen die Richtung ihrer Längen-Achse mit der Kulminations- oder Gipfel-Linie identisch. In den gerad-gebrochenen ist sie hievon abweichend und in den Massen-Systemen wird sie durch eine die Oberfläche der Gesammt-Erhebung in der grössten Längen-Ausdehnung durchschneidende Diagonal-Linie bezeichnet, welche mit keiner der beiden Hebungs-Richtungen der Parallel-Rücken des Kulminations-Systems gleichlauft. In den Knoten- und Schaar-Systemen kann hingegen nur selten eine

mittle Längen-Achse mit Bestimmtheit angegeben werden, da sie gewöhnlich Umfangs-Linien besitzen, welche von den Kreutz- und Schaar-Punkten in allen ihren Theilen einen ziemlich gleichen Abstand haben.

Weit schwieriger als die systematische Erforschung der Oberflächen-Gestaltung der Kulminations-Systeme ist die Ergründung ihres Schichten-Baues, vorzüglich in jenen Fällen, in welchen die in verschiedenen Richtungen erfolgten Hebungen und Senkungen an Intensität sich nicht gegenseitig vollkommen das Gleichgewicht gehalten haben.

Wurden im Gegenfalle Kulminations-Systeme gleichmässig aus Hebungs-Rücken mit theilweise lothrechter Schichten-Stellung gebildet, so sind selbst nach den Kreutzungen und Schaarungen derselben die Streich-Linien der Schichten in den gequetschten und aufgebrochenen Gewölb-Rücken und Verwerfungs-Wänden stets mit den sich kreutzenden Kamm- und Rücken-Linien gleichlaufend, und auch in den Fächer-Kämmen der diskordanten Synklinal- und Antiklinal-Rücken bleiben die Streich-Linien der saiger fallenden Schichten auf kürzere Strecken ante-konkordant.

Bei Kulminations-Systemen, in welchen schon die ältere der beiden sich kreutzenden Hebungs-Linien Land-Striche dislozirte, in welchen die Schichten während früherer Bildungs-Epochen eine gleichmässige schiefe Aufrichtung angenommen hatten, ist die Aufstellung allgemein gültiger Regeln über das mittle Streichen der Schichten gänzlich unmöglich. In den Schaar-Systemen ist der Schichten-Bau nur dann einigermaassen regelmässig, wenn dieselben aus der Durchkreutzung mehrer Schichten-wand-Rücken entstanden sind. Es bezeichnen dieselben, sowie die einzelnen lothrecht aufgerichteten Fächer-Kämme in allen Schaar-Systemen ante-konkordante Streich-Linien der Schichten. Regelmässig bemerkt man in solchen Höhen-Systemen Anhäufungen von Spalten, welche sich gegen einen gemeinsamen Mittel-Punkt schaaren. Gewöhnlich haben jedoch endogene Massen-Gesteine an diesen häufiger gespaltenen Stellen die Erd-Rinde durchbrochen, die Oberfläche des Gebirgs-Stocks überlagert und hiedurch die Versuche gänzlich vereitelt, durch Beobachtungen einzelne Systeme von regelmässigen Streich-Linien der Schichten zu ermitteln.

Wurden hingegen Schaar-Systeme aus Hebungs-Rücken mit flachen und stark fallenden Schichten gebildet, so ist der Schichten-Bau meist völlig unentwirrbar. Nur für einzelne Kulminations-Knoten, sowie an den Knoten-Punkten der geradlinigen und gerad-gebrochenen Kulminations-Ketten und an jenen der Kulminations-Massen lassen sich spezielle Regeln über das mittle Streichen der Schichten für jene Fälle aufstellen, in welchen die Knoten-Erhebungen aus geradlinigen Schichten-dach-Rücken entstanden sind, bei deren Bildung sich die in verschiedenen Hebungs-Richtungen thätigen unterirdischen Kräfte nahezu das Gleichgewicht hielten.

An jedem Kulminations-Knoten der bezeichneten Gattung werden

die konkordanten Streich-Linien flacher und stark fallender Schichten des ältern der beiden sich kreutzenden Hebungs-Rücken in zwei diskordante Komplementar-Streichsysteme umgeändert, deren Richtungen in vielen Fällen ziemlich genau mit der Lage der diskordanten Complementar-Streichlinien des neugebildeten Schichtendach-Rückens übereinstimmen. An dem mehr oder minder deutlich zwischen vier Antiklinal- und vier Synklinal-Linien aus acht Schichten-Flächen zusammengesetzten Hange des Kulminations-Knotens können bei flachen und stark fallenden Schichten regelmässig abwechselnde Systeme von mittlen Streich-Linien vorausgesetzt werden, welche sich gegenseitig ebensowohl in zwei diskordante Komplementar-Systeme vereinigen lassen, wie die Streich-Linien der Schichten bei diskordanten Antiklinal-Rücken.

Die diskordanten Komplementar-Streichlinien der Schichten aller Culminations-Knoten, welche aus sich kreutzenden, geradlinigen, flachen und starkfallenden Schichtendach-Rücken zusammengesetzt sind, stimmen nirgends mit den wirklichen Hebungs-Linien überein, sondern folgen meistens ziemlich regelmässig zwei mittlen Zwischen-Richtungen, welche in den Kulminations-Massen und den gerad-gebrochenen Kulminations-Ketten meist genau den beiden Diagonal-Linien der rhomboidal ausgedehnten Massen und der massigen Ketten-Erhebungen entsprechen.

Es herrscht jedoch nicht allein in diesen beiden Klassen von Höhen-Systemen das beachtenswerthe Phänomen, dass im Falle sie aus konkordanten Antiklinal-Rücken gebildet wurden, die Streich-Linien ihrer flachen und stark fallenden Schichten mit der mittlen Längen-Achse und mit einer der Fall-Linie des einen Streich-Systems mehr oder minder gleichlaufenden Queer-Achse der Ketten- und Massen-Erhebungen übereinstimmen. Schon weiter oben wurde erwähnt, dass auch bei den zahlreichen gerad-gebrochenen konkordanten Hebungs-Rücken die mittle Streich-Linie der Schichten ebenfalls der mittlen Längen-Achse der Gebirgs- und Höhen-Züge in Hinsicht ihrer Richtungen mehr oder minder vollkommen entspricht.

Desshalb kann es als ein allgemein verbreitetes Gesetz angesehen werden, dass bei einer Menge von einfachen Gebirgs-Gliedern und von zusammengesetzten Gebirgs-Ketten und -Massen begrenzte Systeme von Streich-Linien der Schichten bestehen, welche mit der mittlen Längen-Achse der Gebirgs-Züge oder der Gesammt-Erhebungen in Hinsicht der Richtungen nahe übereinstimmen. Bei den in der angegebenen Weise gebildeten Kulminations-Ketten und Massen bestehen überdiess diskordante Komplementar-Streichsysteme der Schichten, welche den mittlen Queer-Achsen der Gesammt-Erhebungen in allen gewöhnlichen Fällen entsprechen.

Das beobachtete Streichen stimmt hingegen bei den gerad-linigen konkordanten Hebungs-Rücken, bei den diskordanten, gequetschten und in Schichten-Wände aufgebrochenen Gewölb-Rücken und Verwerfungs-Wänden, und bei allen aus Gebirgs-Gliedern mit lothrechten Fächer-Kämmen zusammengesetzten Kulminations-Systemen mit wirklichen

ältern und neuern Aufrichtungs-Achsen der Schichten vollkommen überein.

In allen Gattungen der Hebungs-Systeme, welche in Vorhergehendem aufgezählt wurden, sind aber stets die Kamm- und Rücken-Linien aller einzelnen Hebungs-Rücken mit wirklichen Aufrichtungs- und Ablenkungs-Achsen der Schichten stets vollkommen parallel, und die Kamm- und Rücken-Linien der Erhebungen können desshalb beinahe ausnahmslos als sichtbare Bezeichnungen für die im Innern der Erde theoretisch vorausgesetzten Aufrichtungs-Achsen der Schichten angesehen werden.

Auch E. de Beaumont geht in seinen „Bemerkungen über die Gebirgs-Systeme" anfänglich von der Ansicht aus, dass die Spaltungs-Linien der Erd-Rinde die Aufrichtung der Schichten bestimmt haben, aus welchen die Rinde zusammengesetzt ist, und dass die Kanten dieser gebrochenen Schichten die Kamm-Linien jener Unebenheiten der Erd-Oberfläche geworden sind, welche man Gebirgs-Ketten nennt *. Er erklärt ferner, dass die Gebirgs-Ketten geradlinig sind oder sich in geradlinige Elemente auflösen lassen, welchen er den Namen „Ketten-Glieder (Chainons)" beilegt **. Die verschiedenen Ketten-Glieder haben auch ihm zufolge in weiten Land-Strichen nur eine begrenzte Anzahl von Richtungs-Linien. Jede Gruppe von Ketten-Gliedern, die durch eine häufig in ihr wiederkehrende Richtungs-Linie charakterisirt ist, fasst er unter der Benennung „Gebirgs-System" zusammen ***, statt dieselben, wie er am Schlusse seines Werkes selbst gesteht †, passender als „Falten-Systeme" zu bezeichnen, welche Benennung bei früherer Anwendung weitgehende Missgriffe verhindert haben würde.

E. de Beaumont erkennt, dass man selbst bei Untersuchung der am meisten verwickelten Gebirgs-Gruppen dieselben in eine Anzahl von Ketten-Gliedern auflösen kann, welche wieder von andern Systemen von Parallel-Ketten durchkreutzt werden ††. Auch hierin können wir seinen Ansichten noch beipflichten, dass nur bei einmaliger Schichten-Störung die mittle Richtung eines Spalten-Systems und die mittle Richtung eines Schichtenaufrichtungs-Systems mit der mittlen Richtung eines Gebirgs-Systems gleichbedeutende Ausdrücke sind, und dass die Spalten-Bildungen in Land-Strichen, wo die Schichten starke Störungen erlitten, zu bedeutenden Verwicklungen Anlass geben †††.

Keineswegs können wir aber die Ansicht des berühmten Geologen theilen, dass man bei Bestimmung der Richtung eines Systems von Ketten-Gliedern, im Falle deren Schichten mehrmals dislozirt wurden, die Untersuchung hierüber vernachlässigen und die mittlen Streich-Linien der Schichten stets als gleichbedeutende Ausdrücke mit den Schichtenaufrichtungs-Achsen gebrauchen darf. E. de Beaumont glaubt

---

* E. de Beaumont, *Notice sur les systèmes de montagnes* S. 11.
** Ebendas. S. 2. — *** Ebendas. S. 2. — † Ebendas. S. 1316. — †† Ebendas. S. 8. — ††† Ebendas. S. 11.

die Schwierigkeiten, welche bei speziellen Erforschungen des Schichten-Baues zusammengesetzter Hebungs-Systeme sich ergeben, dadurch umgehen zu können, dass er aus einer Verbindung zahlreicher Beobachtungen über das Streichen der Schichten einen mittlen Ausdruck für die Richtung des Systems von Ketten-Gliedern zu finden sucht, da nach seiner Ansicht aufeinander folgende Dislokationen stets entgegengesetzte Wirkungen ausüben müssen, welche sich bei Auffindung einer mittlen Richtung gegenseitig aufheben *. Diess ist jedoch, wie gezeigt wurde, nur bei Hebungen, welche gerad-linige und konkordante Hebungs-Rücken in einer mit der Achse derselben parallelen Richtung dislozirten, durchgängig der Fall. Bei allen übrigen Gattungen von Gebirgs- und Höhen-Bildungen bilden weit häufiger die Richtungs-Extreme der beobachteten Streich-Linien die Ausdrücke für die wirklichen Hebungs-Richtungen und die zufällige Ausgleichung der Schichten-Störungen in einer mittlen Richtungs-Linie gehört hier zu den ausnahmsweisen Fällen, so dass auch dieser Versuch, speziellen Erscheinungen eine allgemeine Gültigkeit beizulegen, als ein Missgriff betrachtet werden muss.

Durch Auffindung von diskordanten Streich-Linien war es E. de Beaumont nicht möglich, die wirklichen Erhebungs-Richtungen jener einzelnen unter sich parallelen Ketten-Glieder zu ermitteln, welche seine sogenannten Gebirgs-Systeme zusammensetzen, sondern er erforschte bei diesem Verfahren meistens nur die mittlen Längen-Achsen von gerad-gebrochenen Hebungs-Rücken und Kulminations-Ketten, so wie von ausgedehnten Kulminations-Knoten und von Massen-Erhebungen, deren mittle Achsen-Richtung er unwillkürlich auf die wirklichen Richtungen gleichzeitig erfolgter Hebungen von geradlinigen Ketten-Gliedern übertrug.

Eben so unfruchtbar sind seine Versuche geblieben, aus den Streich-Linien der primären Schichten, welche eine gegenseitige diskordante Lagerung zeigen, gültige Schlüsse über das relative Alter ihrer Aufrichtungen zu folgern. Es muss wiederholt daran erinnert werden, dass nur die Erforschung der Störungen jener Schichten, welche sich an den äussersten, von jüngern Formationen überlagerten Enden der Erhebungs-Linien befinden, positive Ergebnisse über das relative Alter der emarinen Erhebungs-Systeme im Gebiete primärer Formationen liefert.

Unmittelbar nach den Erklärungen E. de Beaumont's über die Bedeutung, welche die Richtungen der einzelnen Ketten-Glieder (oder Hebungs-Rücken) als Richtungs-Linien seiner Gebirgs-Systeme besitzen, hat ihn eine Verallgemeinerung zu dem Fehlgriffe verleitet, die mittlen Längen-Achsen gerad-gebrochener und zusammengesetzter Hebungs-Systeme in einer Reihe von Untersuchungen als wirkliche Hebungs-Achsen darzustellen, während er die Hebungs-Linien

* A. a. O. S. 23.

einfacher geradliniger Ketten-Glieder (Chainons) festzusetzen wähnte. Es ist begreiflich, wie es auf diesem breiten Wege mittler Richtungs-Bestimmungen nicht schwer fallen konnte, speziellen Erfahrungs-Sätzen der mechanischen Geologie eine willkürliche Ausdehnung zu geben und hiedurch den Parallelismus aller gleichzeitig entstandenen Erhebungen der Erd-Rinde als ein allgemein gültiges Gesetz darzustellen.

Der Verfasser will hier dem Ideen-Gang des berühmten Geologen nicht weiter folgen, der ihn endlich zu dem Schlusse führte, dass die gleichzeitig entstandenen Parallel-Erhebungen der Erd-Rinde einem Systeme von grössten Kugel-Kreisen angehören, welche den Erd-Ball mit einem regelmässigen Pentagonal-Netz umgürten. Der mechanischen Geologie wird stets eine Anschauungs-Weise fremd bleiben, welche aus den periodischen Zusammenziehungen der endogenen Massen des Erd-Balls eine pentagonale Symmetrie zu folgern erlaubt *, eine Symmetrie, von welcher uns ihr Erfinder selbst gesteht, dass für dieselbe keine andere Entstehungs-Ursache aufgefunden werden kann, als dass sie, als Prinzip der Theilung einer Kugel-Oberfläche, das *nec plus ultra* der Regelmässigkeit ist **.

E. de Beaumont's Richtungs-Bestimmungen der einundzwanzig *Europäischen* Gebirgs-Systeme bieten hingegen, ungeachtet der Irrthümer, welche in ihnen so eben im Allgemeinen nachgewiesen wurden, ein hohes wissenschaftliches Interesse. Eine nähere Auseinandersetzung derselben wird den im Vorhergehenden hierüber aufgestellten Behauptungen noch zahlreiche spezielle Beweis-Mittel liefern, wesshalb der gegenwärtigen Abhandlung in einem nächstfolgenden Abschnitte noch schliesslich eine Analyse der einundzwanzig von E. de Beaumont aufgestellten mittel-*Europäischen* Gebirgs-Systeme angereiht werden wird.

---

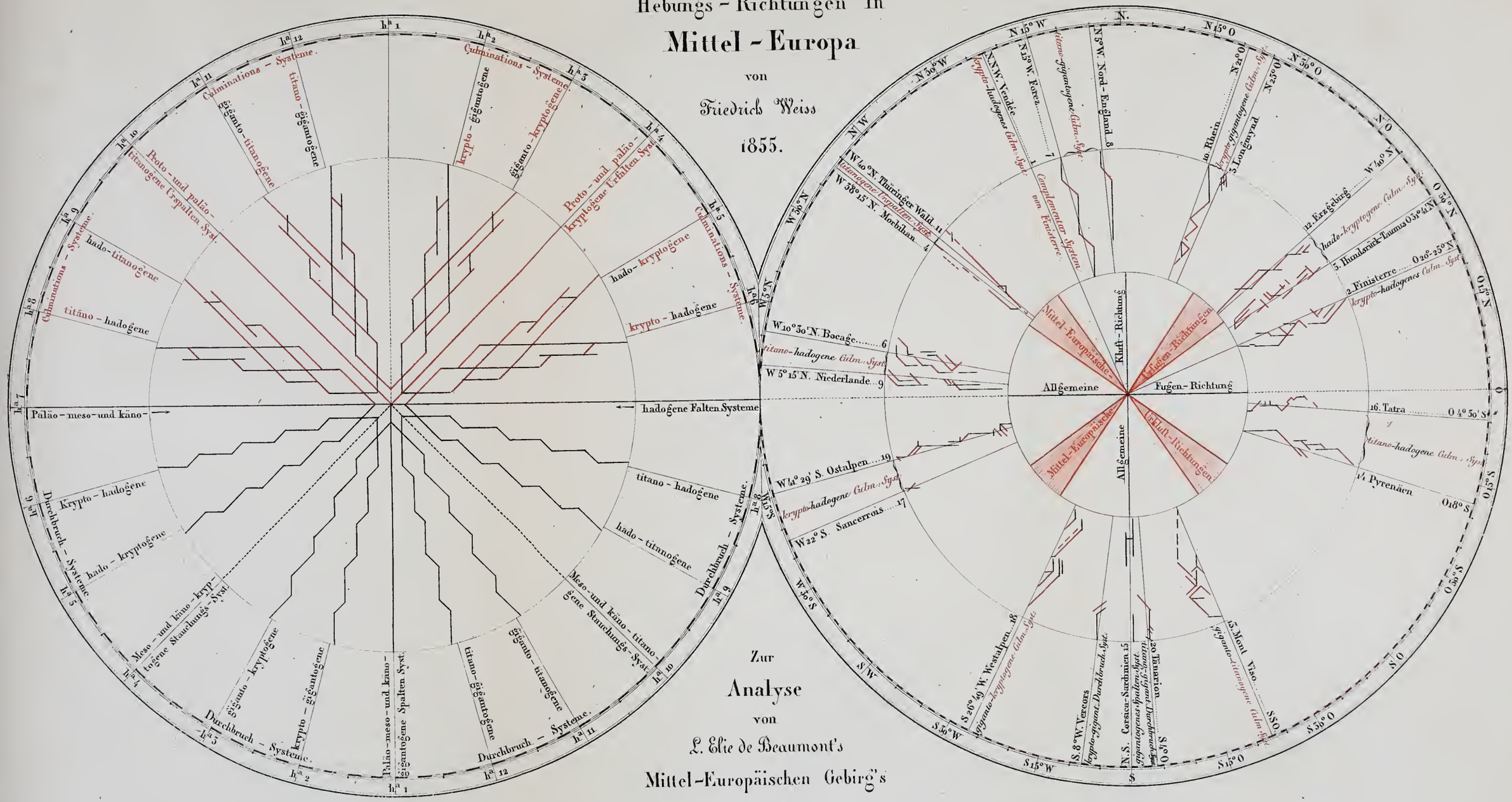
* A. a. O. S. 1222.
** Ebendas. S. 1221.

Die Hebungs-Richtungen in Mittel-Europa

von

Friedrich Weiss

1855.



Zur

Analyse

von

L. Elie de Beaumont's

Mittel-Europäischen Gebirg's

SYSTEMEN.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Jahr/Year: 1855

Band/Volume: 1855

Autor(en)/Author(s): Weiss Friedrich

Artikel/Article: Über die Grundgesetze der mechanischen Geologie 641-668