

## XVI. Geologische Betrachtungen über die Gangspalten.

Von F. Pošepny.

In dem so complicirten und vielfach noch sehr dunklen Gebiete der Erzlagerstätten bilden die wahren Gänge eine verhältnissmässig sehr lichte Partie. Sie sind die verbreitetsten und am deutlichsten entwickelten Formen der Erzführung, ja unsere Kenntnisse in diesem Gebiete sind eigentlich von ihnen ausgegangen. Eine stehende Erzplatte im erzlosen Gestein ist gewiss eine Form, welche sowohl für die technische Behandlung als auch für die geologische Auffassung die wenigsten Schwierigkeiten darbietet. Ein genetisches Hauptmoment, dass man hier nämlich eine mit Erzen und deren Begleitern ausgefüllte Spalte vor sich habe, ist oft schon auf den ersten Blick zu erkennen. Manchmal ist die Sache allerdings nicht so einfach, und es gehört ein grösserer Aufwand von Scharfsinn dazu, um die Spaltennatur des Erzvorkommens zu erweisen.

Wenn man nun Lagerstätten vor sich hat, deren Spaltennatur durch die bekannten Beweise Werner's nachweisbar ist\*), so trennen sich sofort die beiden Fragen nach der Entstehung der Spalten, und nach ihrer Ausfüllung von einander. Ueberhaupt ist es von grösster Wichtigkeit, diese beiden von einander häufig ganz unabhängigen Vorgänge bei jeder Betrachtung einer Minerallagerstätte zu trennen, welche durch Ausfüllung von präexistirenden Hohlräumen entstanden ist.

---

\*) Neue Theorie von der Entstehung der Gänge. Freiberg 1791.

Es ist nun die erste Frage, die Verhältnisse der Gangspalten betreffend, zu deren Beantwortung ich in der gegenwärtigen Arbeit beizutragen gedenke.

Ich habe hiebei überhaupt das Auftreten der Gesteinspalten vor Augen, gleichviel, ob sie noch offen oder bereits ausgefüllt sind, gleichviel, ob diese Ausfüllung chemischer oder mechanischer Natur sei, oder oder ob sie aus Erzen oder aus anderen Mineralien besteht. In dieses Capitel würde somit eigentlich die ganze Geschichte der mechanischen Störungen der Gesteine fallen, allein ich beabsichtige nur den Umfang dieser Aufgabe zu skizziren, und hiebei einige noch nicht genug gewürdigte Thatsachen und Auffassungen in den Vordergrund zu stellen. Die zweite Frage nach der Füllung der Spaltenräume werde ich, um den Gegenstand nicht noch mehr zu compliciren, vorläufig ganz unberücksichtigt lassen, oder höchstens nur da berühren, wo dies behufs Erreichung eines besseren Verständnisses unumgänglich nothwendig ist.

Eine jede Gesteinspartie zeigt bei näherer Untersuchung eine Unzahl von Sprüngen und Spalten, wovon einige erst bei künstlichen Erschütterungen zum Vorschein kommen, es sind die sogenannten Strukturflächen, welche oft einzelnen Gesteinsvarietäten eigenthümlich sind. Durch den Umstand, dass sie sich an gewisse Gesteinsvarietäten oder an einzelne Gesteinspartien binden, ohne in das Nachbargestein fortzusetzen, können wir auf ihre Entstehung durch innere, dem Gesteine inwohnende Ursachen schliessen. Diese Spalten sind nicht alle einander gleich, sondern man kann je nach ihrer Stärke und Andauer verschiedene Grade unterscheiden, und findet, dass die Spalten ersten Grades grössere Polygone bilden, während jene des zweiten Grades jedes dieser grossen Polygone in kleinere Polygone theilen etc. Dieselbe Erscheinung lässt sich an den Sprüngen der Glasur unserer Zimmeröfen in einem ausgezeichneten Grade wahrnehmen, und auch hier wird der Charakter des Spaltennetzes gegenüber einem durch äussere mechanische Einwirkung entstandenen Spaltennetze auf den ersten Blick klar.

Die Sprünge ersten Grades können aber in gewissen Fällen, wie uns eben dieses Beispiel der Sprünge in der Glasur belehrt, auch eine verhältnissmässig grössere Andauer haben, und wenn eben nur kleine Partien des Kluftnetzes aufgeschlossen sind, so sind sie von der Gattung der Spalten, die durch äussere mechanische Einflüsse entstanden sind, kaum zu unterscheiden.

In einigen Gesteinscomplexen sind Spaltungen in Folge der Volumsverkleinerung einzelner Substanzen und der dadurch bedingten Setzung entstanden, welche mithin in keine grössere Tiefe, als eben nur bis zu dem Orte der Schwindung reichen können. Diese Arten von Spalten müssen z. B. in Steinkohlenterrains häufig auftreten, da die mitunter mächtigen Kohlenflötze jedenfalls einer ansehnlichen Schwindung unterworfen waren. Viele der bekannten zahlreichen Verwerfungsspalten des Kohlengebirges gehören gewiss zu dieser Classe. Sie zeichnen sich, wie Volger gezeigt hat\*), besonders durch ihre dem Beckencentrum zugewendete Fallrichtung aus.

Einzelne dieser Spalten setzen oben durch die Kohlenflötze durch, und ihr Ursprung kann dann offenbar nicht mehr in der Schwindung der Kohlenmasse selbst gesucht werden. Diese spielen oft, wie die Untersuchungen in den belgischen Kohlenrevieren zeigen, eine grössere tektonische Rolle.

Eine andere Gattung von Spalten zeichnet sich durch ihre viel längere Andauer und durch den Umstand aus, dass dieselben aus einem Gesteine in das andere setzen. Werner hat bekanntlich den Sitz der spaltebildenden Kräfte vorzüglich in dem Gesteine selbst gesucht und sämtliche Spalten als die Resultate der Setzung und Austrocknung des Sedimentes, sowie durch Einwirkung von Erdbeben zu erklären gesucht. Dies könnte denn auch höchstens auf die obenerwähnte Erscheinung der Structurflächen und die durch Schwindung entstandenen Klüfte, nicht aber auf Spalten passen, die ganze Gebirgsforma-

---

\*) Dr. G. H. O. Volger: Die Steinkohlenbildung Sachsens. Bergmännisches Gutachten etc., Frankfurt a. M. 1860.

tionen durchsetzen, ein Umstand, auf welchen bereits Const. Freiherr v. Beust in seiner kritischen Beleuchtung der Werner'schen Gangtheorie aufmerksam machte.\*)

Hier in diesem Falle sind es gewiss äussere (d. h. ausserhalb des zerspaltenen Gesteines wirkende) dynamische Ursachen gewesen, welche es möglich machten, dass, anderer Localitäten zu geschweigen, z. B. die Schneeberger Kobaltgänge ohne die mindeste Störung aus dem Glimmerschiefer in den Granit niedersetzen. Es liegt nun in der Natur der Sache, dass sich beide Arten von Spalten in einem und demselben Erzrevier vorfinden müssen und dass es für die Praxis von einer gewissen Wichtigkeit wäre, die beiden Erscheinungen scharf von einander zu trennen. Die Durchführung dieser theoretischen Unterscheidung stösst aber auf grosse Schwierigkeiten, die besonders in dem bestehen, dass die später zur Wirkung gelangten Kräfte bereits ein in vielen Richtungen gespaltenes Gesteinsmedium angetroffen haben und dass somit erstere das Resultat der letzteren jedenfalls beeinflussen mussten.

Gehen wir nun zu der Betrachtung der einzelnen Elemente der Gesteinsdislocation über, so finden wir, dass wir jede Spalte von verschiedenen Standpunkten auffassen können, so in Bezug auf das Vorhandensein oder das Fehlen einer Füllung, in Bezug auf die Verhältnisse der Spaltungsfläche selbst u. dgl.

In ersterer Richtung macht schon der Sprachgebrauch einige Unterschiede. Eine Spalte denkt man sich entweder offen ohne alle Füllung, höchstens mit milden Substanzen oder mit Frictionsproducten gefüllt. Bei den sogenannten Blättern der alpinen Bergreviere reducirt sich die Spalte auf einen feinen Schnitt in das Gestein, der eigentlich erst bei der Beseitigung der einen Wand deutlich sichtbar wird. Bei genauer Untersuchung findet man aber, dass hier die Gesteinswände selten aus ganzem Gestein bestehen, sondern dass sich in einer oder in beiden Wänden dünne Lagen von wieder fest zusammen-

---

\*) F. Const. Freiherr v. Beust: Kritische Beleuchtung der Werner'schen Gangtheorie. Freiberg 1840, pag. 35.

conglomerirten Frictionsproducten einstellen, das Resultat der durch die spiegelglatten Wände und durch die Rinnen innerhalb derselben angedeuteten Rutschung. Unter einer Ader versteht man meistens eine dünne Spalte mit mehr unebenen Wänden, die mit einer von dem Nebengesteine stark contrastirenden Substanz gefüllt ist. Eine Kluft dürfte eigentlich mit dem Begriffe einer Spalte zusammenfallen, allein meist verbindet man damit eine Andeutung über die Spaltenweite und über eine verhältnissmässig nur gering mächtige Füllung. In einigen Gegenden, wie in Siebenbürgen, werden auch die Gänge mit diesem Namen bezeichnet.

Unter Gang will man wohl immer eine gefüllte Spalte begreifen und nur zuweilen will man mit diesem Ausdrucke zum Unterschiede von der Kluft eine verhältnissmässig mächtigere Füllung andeuten.

Hat man es hier bloss mit chemischen Bildungen innerhalb fester Gesteinswände zu thun, so entspricht die Erscheinung den Diagrammen, wie sie in den Lehrbüchern vorkommen. Treten aber eine Zersetzung des Nebengesteins, Frictionsproducte, sowie andere mechanische Bildungen hinzu, so werden oft Complicationen erzeugt, die sich selbst durch die objectivsten Zeichnungen nicht gut darstellen lassen. Die mechanischen Bildungen treten entweder innerhalb des Spaltenraums oder auch ausserhalb desselben in bedeutenden Massen auf. Den letzteren Fall illustriren, die Bestege und Saalbänder ganz ausser Spiel gelassen, die Gangthonschiefer des nordwestl. Harzes, die Glamms des siebenbürgischen Erzdistrictes, die der Pflibramer Lettenkluft analogen Erscheinungen etc. Oft stellen sich Gänge von verschiedenen Eruptivgesteinen in der Nähe der Erzgänge ein, die sodann mannigfach auf den Character der Gangspalte Einfluss nehmen. Diese Verhältnisse sind es, welche die an und für sich so einfache Erscheinung einer Gesteinsspalte compliciren.

In vielen Fällen ist man nicht mehr im Stande, den Character der Spalte aus einem einzigen Profile zu erkennen, und man muss zu diesem Zwecke Profile aus verschiedenen

Stadien des Betriebes mit einander vergleichen. Der erste Fortschritt in dieser Beziehung wurde durch Weissenbach angebahnt, indem er durch das Vorführen einer Reihe möglichst objectiver Bilder auf diese Complicationen aufmerksam machte. \*)

In Hinsicht der Verhältnisse im Streichen hat man besonders auf die Unterscheidung einer Hauptspalte von den derselben tributären Nebenspalten Gewicht gelegt. Von den mannigfachen, local sehr abweichenden Bezeichnungen verdienen die Gefährten und Trümmer eine Erwähnung. Beide sind als Verzweigungen eines Ganzen aufzufassen, wobei aber die Gefährten wieder zu dem Hauptgange zurückkehren, während sich die Trümmer, die sog. Abgerissenen, Abgezogenen, Abkommenden continuirlich von demselben entfernen. In diesem Sinne genommen hätte diese Unterscheidung einigen praktischen Werth, wenn man es nur mit wenigen Spalten auf einmal zu thun hätte. So aber tritt oft an einzelnen Stellen der Hauptspalte eine dichte Zertrümmerung ein, die häufig den Charakter der ganzen Erscheinung total ändert. Die vermeinte Hauptspalte verschwindet oft gänzlich, und statt derselben stellen sich mehrere andere neue Spalten ein. Wenn man also diese Erscheinung von dem Standpunkte des auf der Spalte vordringenden Bergmannes auffasst, so lassen sich Unterscheidungen wie die obigen höchstens in alten bekannten Revieren machen, wo uns schon die früheren Erfahrungen zu Gebote stehen. Ueberhaupt bieten die alten Reviere mit ihren zahlreichen Aufschlüssen für die Beantwortung unserer Fragen das reichste und werthvollste Material. Hier können wir über den so eben berührten Standpunkt hinaus eine grössere Uebersicht der Details gewinnen, und dem vor Ort stehenden Bergmann in vieler Beziehung nützlich werden. Ein Umstand ist besonders geeignet, uns einen Fingerzeig über die Entstehungsursache der Spalten abzugeben, es ist nämlich die vielfach

---

\*) C. G. A. v. Weissenbach, Abbildungen merkwürdiger Gangverhältnisse aus dem sächsischen Erzgebirge, Leipzig 1836, ferner: Ueber Gangformationen in den Gangstudien von B. v. Cotta. I. Band 1850.

nachweisbare Verschiebung der Spaltenwände oder eine Verwerfung der Gesteinswände durch die Spalte selbst.

Es ist zwar eine längst bekannte Thatsache, dass an Spalten und Klüften zuweilen Verwerfungen vorkommen, allein was ich eben hervorheben will, ist, dass sich diese Verwerfung überall da nachweisen lässt, wo die Bedingungen dazu in der günstigen Beschaffenheit des Nebengesteines oder in dem Vorhandensein sonstiger Merkmale gegeben wird. Wo die Möglichkeit vorliegt, die stattgefundene Verwerfung wahrzunehmen, konnte ich dieselbe immer noch nachweisen, und daraus ergibt sich wohl folgerichtig der Schluss, dass auch in allen jenen Fällen eine Verwerfung stattgefunden haben musste, wo sich diess nicht direct beobachten lässt, d. h. dass die Verwerfung eine mit dem Wesen einer Spalte genetisch verbundene Erscheinung ist.

Vor Allem dürfte es nothwendig sein, die Kriterien der Verwerfung im Zusammenhange kennen zu lernen.

1. Bei geschichteten Gesteinen ist es bekanntlich am leichtesten, die Verwerfung zu erkennen, so besonders an der Verschiebung, welche petrographisch heterogene Einlagerungen erfahren haben. Besonders bekannt ist die Erscheinung der Verwerfung der Kohlenflütze durch Klüfte, denn gerade von hier ist unsere diessbezügliche Kenntniss ausgegangen. Aehnliches ist seit Alters her vom Kupferschiefer bekannt. Die Verwerfungsklüfte sind allerdings in der Regel taub, an mehreren Orten haben sie aber auch eine erzige Füllung, wodurch ein Uebergang zu wahren Erzgängen angedeutet ist.

Sind die einzelnen Schichtencomplexe von je gleichförmiger Beschaffenheit mächtiger, so ist es nicht gut möglich, die Verwerfung eines ganzen Schichtencomplexes auf einmal zu überblicken. Hier geben sodann die Grenzflächen, besonders wenn sie genug scharf sind, den Anhaltspunct zu der Beurtheilung der Verwerfungen. Es stossen hier an der Verwerfungs-kluft zwei verschiedene Schichtencomplexe zusammen, welche sonst über einander gelagert sind. Das grossartigste Beispiel bildet wohl die Lettonkluft in Pfibram, an welcher Schiefer

auf der einen, Sandsteine und die sogenannten Grauwacken auf der anderen Seite auf einer Verticalhöhe von mehr als 300 Klaftern nachgewiesen sind, und welche somit die grösste direct nachgewiesene Verwerfungshöhe repräsentirt. \*)

Die Erkennungsmerkmale einer Verschiedenheit der Gesteine zu beiden Seiten der Verwerfungskluft können ausser den petrographischen auch paläontologische Charactere bilden, und so ist z. B. durch A. v. Groddeck in dem Clausthaler Bergreviere am Harz eine Verwerfung der Culm- gegen die Devon-Schichten an den Gängen des Johann Friedrich-Schachtes von mindestens 190 Klafter Verticaldistanz nachgewiesen worden. \*\*)

In einigen Fällen, so besonders bei gewissen schiefrigen Gesteinen, kommt uns bei der Erkennung einer stattgefundenen Verwerfung die Knickung der Schichten in der unmittelbaren Nähe der verwerfenden Kluft zu statten. Ich beobachtete nämlich an einigen Bergrevieren, so in Rodna in Siebenbürgen, Raibl in Kärnten \*\*\*) etc., wie die ziemlich flachen Schichten-complexe in der Nähe von steilfallenden Klüften plötzlich im Sinne der Verwerfung umgebogen und geknickt wurden, so dass in einer an die Kluft unmittelbar angrenzenden Gesteinszone von geringer Dicke die sonst flach fallenden Schichten steil aufgerichtet waren. Offenbar ist eine plötzliche Schichtenknickung schon an und für sich ein Zeichen einer stattgefundenen Verwerfung, selbst wenn es nicht ganz bis zur Bildung der in dieser Zone aufgerissenen Spalte kommen sollte. Diese Erscheinung hat, wie ich noch später zeigen werde, für die Erklärung des Spaltenbildungsprocesses ein grosses Interesse, sie gibt uns aber in allen jenen Fällen, wo wir es mit ganz eiförmig zusammengesetzten Schichtencomplexen zu thun haben,

\*) F. Pošepny: Ueber Dislocationen im Pribramer Revier. Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt, XXII. 1872, pag. 229.

\*\*) A. v. Groddeck: Ueber die Erzgänge des nordwestlichen Oberharzes. Zeitschr. der deutsch. geol. Gesellsch. 1866.

\*\*\*) F. Pošepny: Die Blei- und Galmei-Erzlagerstätten von Raibl in Kärnten. Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt. XXIII. 1873, pag. 326.



ein willkommenes Merkmal einer stattgefundenen Verwerfung. So z. B. war es mir möglich, bei Kisbánya in Siebenbürgen den wahren Character einer mitten im flachfallenden Chlorit-schiefercomplexe befindlichen steilfallenden Erzlagerstätte zu erkennen, an welcher die Schichten derartig geknickt erschienen, dass man ein Erzlager vor sich zu haben glaubte. \*) Durch die Bemerkung der Knickung wurde die Erzlagerstätte als ein Erzgang und seine Gangspalte als eine Verwerfungsspalte characterisirt.

2. In ungeschichteten Gesteinen ist die Verwerfung allerdings nicht in einem gleich auffallenden Maasse entwickelt, wie bei den Schichtgesteinen. Es kommt hier besonders darauf an, ein etwas grösseres, scharf abgegrenztes Gesteinselement aufzufinden, welches von der Spalte durchsetzt ist. Da bemerkt man, dass seine beiden Hälften nicht an einander liegen, sondern gegen einander um eine gewisse Distanz verschoben sind. Ich konnte z. B. in dem bekanntlich durch seine grossen pyramidalen Quarzkrystalle characterisirten Districte des Vöröspataker Goldreviers sehr häufig das einem Quarzkrystallfragmente der einen Kluftwand entsprechende zweite Fragment in der andern Kluftwand auffinden und mich so von der stattgefundenen Verschiebung der beiden Gesteinswände überzeugen.

Aehnliches liess sich auch bei den heterogenen Breccien und Conglomeraten, welche in diesem Reviere mitten in den Eruptivgesteinen vorkommen, durchführen, und es ist mir vielfach gelungen, die beiden Fragmente irgend eines gut characterisirten Gerölles oder Bruchstückes aus den beiden Spaltenwänden zusammenzusuchen und mich so von der Verschiebung überhaupt und von dem Maasse derselben speciell zu überzeugen.

3. Es können ferner auch die Gesteinsgrenzen der ungeschichteten Gesteine sowohl gegen einander, als auch gegen die Schichtgesteine, wenn sie von Klüften durchsetzt werden, die An-

---

\*) F. Pošepny: Ueber die Erzlagerstätte von Kisbánya in Siebenbürgen. Verhandl. der k. k. geol. Reichsanstalt. 1871, pag. 40.

haltspunkte zur Erkennung der stattgefundenen Verwerfung bieten.

4. Dasselbe gilt von den durch ältere Gänge und Klüfte durchsetzten Gesteinsmedien, wenn sie von neueren Klüften durchsetzt werden. Eines der deutlichsten Beispiele bildet Cornwall mit seinen verschiedenen, sich gegenseitig durchsetzenden und verwerfenden Erzgängen. Von den jüngeren Gängen ist die stattgefundene Verschiebung der Gesteinswände aus der Verwerfung der ältern Gänge an denselben erwiesen, bei den älteren Gängen ist zuweilen durch die vorgefundene Verschiebung der Grenzlinien einiger Gesteinsgänge ebenfalls eine längs denselben stattgefundene Verschiebung der Gesteinswände zu beobachten. Wenn nun in den jüngeren Gängen eine Verschiebung der Gesteinswände stattgefunden hat, wie man es direct beobachten kann, so ist wohl kein Grund vorhanden, warum nicht auch bei den älteren, sonst ganz analog beschaffenen Gängen, eine solche Verschiebung platzgreifen könnte, d. h. warum man nicht bei sämtlichen Gängen des Districtes eine solche Verschiebung der Gesteinswände voraussetzen sollte.

5. Die stattgefundene Bewegung der Gesteinswände verrieth sich auch durch das Vorhandensein von Frictionsproducten, Lettenbestegen, Saalbändern u. dgl., sowie auch direct durch die Erscheinung der polirten und gestreiften Spaltenwände, durch die sog. Spiegel, Harnische, Rutschflächen etc.

Denken wir uns diese sämtlichen Kriterien auf die Erscheinung der Spalten und Gänge angewendet, so finden wir, dass für die Mehrzahl derselben eine Verschiebung der Gesteinswände nachzuweisen ist. Es bleibt nur noch eine Anzahl von Spalten und Gängen übrig, bei welchen sich diese Nachweisung nicht direct durchführen lässt, da die Bedingungen, welche uns zu dieser Erkenntniss führen können, bisher noch fehlen. Es ist diess bei jenen Spalten der Fall, die in einem ganz homogenen Nebengesteine aufsitzen, welches keine Anhaltspunkte zur Beobachtung der stattgefundenen Verwerfung der Spaltenwände darbietet. Nun aber sind selbst in solchen

Nebengesteinen, so z. B. in einigen beinahe dichten Eruptivgesteinen, den sog. Grünsteinen, ferner in Graniten, Syeniten, Serpentin, ebenso in ungeschichteten Kalksteinen, Dolomiten etc. Klüfte und Gänge mit Spiegelflächen und mit sonstigen Merkmalen einer stattgefundenen Bewegung längs der Spaltenwände bekannt, und wir können wohl den Schluss ziehen, dass an einer jeden Spalte eine Verschiebung der Wände stattgefunden hat.

Eine Kraft, auf ein Gesteinsmedium ungleichmässig wirkend, wird eine ungleiche Spannung einzelner Gesteinspartikelchen, und endlich, wenn die Elasticitätsgrenze der Gesteinssubstanz überschritten ist, eine Trennung, einen Riss zur Folge haben. Dieser Riss wird die Linie bezeichnen, an welcher die Elasticitätsgrenze überschritten wurde, also eine Zone, auf deren einer Seite das Maximum der Spannung, und auf deren anderer Seite das Maximum des Widerstandes liegt. Das Resultat muss nothwendigerweise in einer Verschiebung der Wände in der gebildeten Spalte bestehen, und nur in einem ausgezeichnet elastischen Medium werden sich nach erfolgter Trennung die Spaltenwände bestreben, in die ursprüngliche Lage zu kommen.

In der That nimmt man bei einem jeden in dieser Richtung unternommenen Experimente eine Verschiebung der erzeugten Spaltenwände wahr, und selbst bei ausgezeichnet elastischen Substanzen wird man eine, wenn auch geringe Verschiebung der Spaltenwände vorfinden.

Diese theoretischen Betrachtungen dürften ergeben, dass mit einer Spaltung eine Verschiebung der Gesteinswände nothwendigerweise verbunden sein muss, und dass eigentlich so zu sagen die verschiebende Tendenz der auf das Gestein wirkenden Kräfte die Spaltung erzeugt hat.

Für unseren Fall können wir bei dem ersten Theile der Schlüsse, welche auf directe Wahrnehmungen gegründet sind, stehen bleiben und untersuchen, in wie weit uns diese Ergeb-

nisse für die Auffassung der Natur der Gangspalten nützlich werden können.

Mit den Verwerfungen wurde früher eine denselben in ihrem äusseren Auftreten ähnliche Erscheinung verwechselt, nämlich die von J. Grimm für selbstständig anerkannte Ablenkung. \*)

Die spaltebildenden Kräfte fanden nämlich selten ein homogenes und vollständig ganzes Gestein vor, und diese Verhältnisse mussten offenbar das Schlussresultat beeinflussen.

So wird durch die Schichtung eine etwas verschiedene Widerstandsfähigkeit in verschiedenen Richtungen erzeugt, oft sind aber die Schichtungsflächen bereits ganz fertige Trennungsflächen des Gesteinsmediums. Hiezu kommen bereits präexistierende Structurflächen und ältere Spalten.

Fällt die Tendenz der Spaltenbildung mit den bereits präexistirenden Trennungslinien zusammen, so werden diese einfach zu Verwerfungsspalten qualificirt. Wenn diese Richtungen nicht zusammenfallen, dann werden theilweise die alten Trennungslinien benützt, und hiedurch erfahren die neuen Spalten mancherlei Ablenkungen von ihrer Richtung. Je näher diese Richtungen zusammenfallen, desto häufiger werden Ablenkungen auftreten etc.

Von dieser Erscheinung ist eine zweite kaum zu trennen, welche in der Aenderung der Richtung und der Beschaffenheit der Spalte besteht, wenn dieselbe aus einem Gesteinsmedium in ein zweites übergeht.

In beiden Fällen waren die ablenkenden Ursachen präexistirend, während die Verwerfungen erst nach bereits erfolgter Spaltenbildung auftraten.

Ein weiterer, scheinbar geringfügiger Umstand ist nun ebenfalls geeignet, einiges Licht über das Wesen der Gesteinspalten zu verbreiten, es ist nämlich die kritische Beleuchtung

---

\*) J. Grimm: Oesterr. Zeitschr. für Berg- u. Hüttenwesen. 1866, pag. 121; ferner: Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien. Prag 1869 pag. 98 und 139.

der Hypothese der geradlinigen Streichungsrichtung der Spalten und Gänge.

Eine Richtung kann nur eine geradlinige sein, mithin auch eine Streichungsrichtung. Eine Streichungslinie ist der Durchschnitt einer Gang- oder sonstigen Fläche mit der Horizontalebene, und sie ist bloss in jenen Fällen eine gerade Linie, wenn entweder die Fläche eine Ebene ist oder wenn dieselbe eine krumme Fläche mit geraden Erzeugenden ist und der Schnitt zufällig mit der Richtung einer der geraden Erzeugenden zusammenfällt. Der Unterschied in den beiden Ausdrücken Streichungsrichtung und Streichungslinie ist ein bedeutender, denn ersterer bezeichnet eine ideale, letzterer eine factisch existirende Linie, und die Verwechslung dieser beiden Begriffe hat eben grosse Irrthümer zur Folge gehabt.

Beim sorgfältigen Studium der Streichungslinien der Spalten in der Natur und in naturgetreu ausgeführten Karten zeigt sich eben, dass eine gerade Streichungslinie sowohl im Kleinen als auch im Grossen nicht existirt. Wenn man nämlich die sämmtlichen durch eine im Streichen des Ganges getriebene Grubenstrecke aufgeschlossenen, scheinbar geringfügigen Unregelmässigkeiten auf den mittleren Horizont dieser Aufschlüsse reducirt, so bemerkt man, besonders wenn man die jeweilige Spaltenweite mit berücksichtigt hat, zwei an einander liegende, aber nicht absolut parallel verlaufende Streichungslinien, welche eine wellenförmige Gestalt haben und wovon die eine (in der Regel die Hangendlinie) diese wellenförmigen Biegungen mehr hervortreten lässt, als die andere. Den Ausdruck Streichungsrichtung können wir nur zur Bezeichnung der beiläufigen Richtung verwenden, wenn die Streichungslinie in ihren partiellen Krümmungen nicht stark von einer Geraden abweicht. Wenn wir uns nun die Streichungslinie zum Zwecke des leichteren Verständnisses in ihre natürlich nur beiläufig bestimmbar geraden Elemente zertheilt denken, so bekommen wir eine Reihe partieller Streichungsrichtungen. Wir bemerken da z. B., dass sich diese partiellen Streichungsrichtungen besonders an den Puncten, wo Verzweigungen der Klüfte stattgefunden haben, auffallend ändern.

Haben wir einen längeren Aufschluss von einigen Hundert oder sogar einigen Tausend Klaftern vor uns, wie dieselben in einigen reichen und alten Bergrevieren anzutreffen sind, so zeigt sich, dass die partiellen Streichungsrichtungen im grossen Ganzen flache Curven bilden, die man in einzelne Bogen-segmente auflösen kann. In der Regel liegen nun die End-puncte dieser Bögen an den Orten der Verzweigung mächtigerer Trümmer und Gänge, das heisst an diesen Verzweigungspunkten ist eine Aenderung des Gesetzes dieser Curven wahrzunehmen.

Um sich von der Richtigkeit dieser Angaben zu überzeugen, ist nur nothwendig, irgend eine hinreichend objective Karte eines grösseren Revieres zu prüfen, wie z. B. die publicirten Karten der Harzer oder Freiburger Gruben. Aber selbst in kleineren Revieren kann man ähnliche Wahrnehmungen machen, wenn man seine Aufmerksamkeit diesem Gegenstande zuwendet. Hie und da wird die Streichungcurve zwar so flach sein, dass man ihre Krümmung bei kürzeren Aufschlusslinien kaum bemerkt, in der Regel aber lösen sich die meisten scheinbar geraden Streichungslinien in ziemlich auffallende flache Curven auf. Anstatt dem vermeinten Parallelismus mehrerer Gänge erhält man bedeutende Divergenzen und Convergenzen, welche auf einen Zusammenhang und auf eine maschenförmige Gestalt des Gangnetzes schliessen lassen.

Besonders klar sind diese Verhältnisse, wenn ein einziges Gangsystem vorhanden ist, wo die einzelnen Maschen linsenförmige Gesteinsschollen bilden, wie z. B. im Clausthaler Reviere, ferner in Schemnitz etc. In einigen Orten kommen zwei oder mehrere Systeme von Gängen vor, die in der Regel ungleichzeitiger Entstehung und Füllung sind, z. B. in Freiberg, Joachimsthal etc.

Dass diese Verhältnisse nur selten in ihrer ganzen Tragweite erkannt wurden, daran ist wohl die geometrische Auffassung des Gegenstandes vorzüglich Schuld. Die Verwechslung der Begriffe Streichungslinie und Streichungsrichtung lag wohl sehr nahe, und dies besonders in einer Zeit, wo die Tendenz, Alles in's Abstrakte zu ziehen, herrschend war. Man ist zwar

in der Natur häufig auf Fälle gestossen, welche sich mit dieser Hypothese nicht gut vereinigen liessen, allein man hielt dieselben für blosser Unregelmässigkeiten, und trug denselben in sehr seltenen Fällen Rechnung. Um durch diese Unregelmässigkeiten nicht weiter beunruhigt zu werden, hat man das sog. General- oder Hauptstreichchen construiert, indem man zwei möglichst weit von einander entfernte Punkte auf derselben Lagerstätte aussuchte, dieselben auf einen und denselben Horizont reducirte und mit einer geraden Linie verband. Diese Linie nivellirte nun allerdings die vermeinten unmassgeblichen Unregelmässigkeiten, verdeckte aber die eigentlichen natürlichen Verhältnisse und hinderte sogar vielfach die Wahrnehmung derselben. Die Hauptstreichungsrichtung, zu beiden Seiten auf beliebige Distanzen verlängert, bildete den vorzüglichsten Factor der markscheiderischen Combinationen, und die oft gar zu kühnen Reductionen erhielten, weil sie eben im mathematischen Kleide auftraten, häufig geradezu den Stempel der Unfehlbarkeit. Es gibt wohl wenige Gangreviere, wo man nicht einige Fälle von Enttäuschungen auf diese Hypothese zurückführen könnte.

Es dürfte nun von Interesse sein, die auf dieser Hypothese gebauten weiteren Annahmen näher kennen zu lernen, welche gleichzeitig mit derselben erschüttert werden.

1. Die Annahme des geradlinigen Streichens geschah, da sie auf vollständig abstrakten Grundsätzen beruhte, ohne jede Rücksicht auf die geologischen Verhältnisse, ohne Rücksicht auf den inneren und äusseren Bau der Gegend. Es konnte diese Linie ohne Weiters nach beiden Richtungen verlängert werden, und dies hatte, ohne dass man sich dessen bewusst gewesen sein musste, consequentermassen die Annahme der Fortsetzung in's Unendliche zur Folge.

2. Diese Hypothese brachte die Vorstellung mit sich, dass die Tendenz der Spaltenbildung eine geradlinige, und dass mithin an Verzweigungen und Zertrümmerungen die Hauptspalte in der geraden Fortsetzung zu suchen sei. Wenn man nun das partielle Streichen zum Ausgangspunkte nimmt, so

wird man offenbar die in Wirklichkeit bogenförmige Hauptspalte in der tangentiellen Richtung vermuthen, d. h. sich von der wirklichen Hauptspalte continuirlich entfernen.

3. Aus Consequenz musste man auch annehmen, dass alle Trümmer und Verzweigungen bis auf Eines, welches eben die geradlinige Fortsetzung bildet, nur eine untergeordnete Bedeutung haben, und war somit, besonders wenn Verwerfungen und Ablenkungen durch Querklüfte hinzukamen, der Gefahr ausgesetzt, den leitenden Faden gänzlich zu verlieren.

4. Dadurch, dass man die Abweichungen in der Richtung der partiellen Streichungen für unwesentlich hielt, konnte man nicht zur Erkenntniss der im grossen Ganzen in flachen Curven gekrümmten Streichungslinie gelangen, und

5. aus demselben Grunde bei der Vergleichung mehrerer Streichungslinien scheinbar paralleler Spalten die geringe Divergenz gänzlich übersehen, welche eigentlich einen der wichtigsten Factoren zur richtigen Auffassung eines ganzen Spaltennetzes repräsentirt.

Analoge Schlüsse können auch bei der Betrachtung der Verfläch- oder der Fall-Linie einer Spalte angestellt werden.

Auch hier finden wir statt der supponirten geraden Linie mannigfache Unregelmässigkeiten, bestehend in wellenförmigen Biegungen, in der Veränderung des Fallwinkels und oft sogar der Fallrichtung. Die Gangfläche ist eigentlich keine Ebene, sondern eine krumme Fläche und folgt vorwaltend den Gesetzen der sogenannten windschiefen Flächen.

Bei der Verfolgung des Spaltennetzes gegen die Tiefe bleiben oft bekannte Spalten aus, andere neue stellen sich hingegen ein, zwei in den oberen Horizonten weit auseinander liegende Spaltenzüge rücken mit zunehmender Tiefe näher aneinander und kommen sogar ganz zusammen. In einigen Revieren, so z. B. im Kreuzberg bei Nagybánya und in der Georgsgrube bei Felsőbánya, findet man die meisten der zahlreichen Klüfte der oberen Horizonte im Niveau des Erbstollens, also im Niveau des nächsten Hauptthales bereits zu einem einzigen Gange vereinigt. In Příbram, nach dem in der Weltaus-



stellung vom Jahre 1873 exponirt gewesenen Durchschnitt an dem bereits über  $\frac{1}{8}$  Meile tiefen Adalbertschachte zu schliessen, scheint auch eine analoge Erscheinung repräsentirt zu sein. Die ziemlich zahlreichen Gänge der oberen Horizonte haben hier die Tendenz, sich in der Tiefe zu einem oder zwei Hauptgängen zu vereinigen und ähnliche fächerförmige Verzweigungen nach oben zu bilden. Dieses Verhalten hat auch insoferne ein grösseres Interesse, indem es die Existenz von natürlich zusammengehörigen Spaltengruppen andeutet.

Fassen wir das bisher Gesagte zu einem Ganzen zusammen, so müssen wir zuerst anerkennen, dass unsere Daten vorzüglich den Gangbergbauen entnommen sind und dass das räumliche Auftreten der Spaltensysteme innerhalb der Bergbaureviere auf ihre innere Zusammengehörigkeit deutet.

Ein solches Gangbergbaurevier besteht aus einer Zone von einer, einem oder auch mehreren Systemen angehörenden Spaltungsgruppen, welche das ganze Terrain in einzelne Schollen von keilförmiger oder linsenförmiger Gestalt zertheilt. Da diese Spalten, wie nachweisbar ist, Verwerfungsspalten sind, so deuten sie auch zugleich die Linien an, an denen eine Bewegung stattgefunden hat. Die ganze durch je ein Bergrevier repräsentirte Zone der Zerspaltung deutet also zugleich eine Zone der stattgefundenen Bewegung oder der Dislocation an.

Durch diese Auffassung verliert die Ganglehre ihren abstracten Charakter, indem man statt ganz idealer Ebenen factische Körper, nämlich die von den Spalten begrenzten Gesteinsschollen erhält und eine Idee von dem natürlichen Zusammenhange der an den Gängen beobachteten Erscheinungen mit dem inneren Baue des Terrains gewinnt.

Ich komme nun dazu, Einiges über die Art der stattgefundenen Bewegung an diesen Dislocationszonen zu sagen und einige Materialien zu der Erklärung dieser Erscheinung zu sammeln.

Wir hatten aus der Verschiebung der Spaltenwände auf die stattgefundene Bewegung derselben, und da diese Spalten

gruppenweise auftreten, auf eine stattgefundene Bewegung innerhalb der ganzen Dislocationszone geschlossen.

Was nun den ersteren Fall betrifft, so können wir nach der Lage zweier mit einander correspondirender Anhaltspunkte in den verschobenen Spaltenwänden, ferner aber auch nach der Lage und Richtung der bei der Bewegung entstandenen Rinnen an den Spaltenwänden auf die Richtung und das Maass der Bewegung schliessen. Da nun die Richtung der letzterwähnten Rinnen sehr selten mit der Richtung des grössten Falles der Spaltenwand übereinstimmt, so muss man auch entgegen der gewöhnlichen Annahme, statt directer Senkungen und Hebungen auch eine schiefe Richtung der stattgefundenen Bewegung zugestehen. Daraus folgt nun, dass, obgleich das Schlussresultat einer Hebung oder Senkung nahekommt, der Weg, den die Spaltenwände zurücklegten, nicht immer ein directer und der Linie des grössten Falles entsprechender gewesen ist.

Nun beobachtete ich, dass an einigen Orten mehrere Rinnensysteme ober einander liegen, welche in der Richtung von einander abweichen. So z. B. bemerkte ich an den Blättern des Raibler Revieres unter dem ganz deutlichen, offenbar verhältnissmässig jüngsten Rinnensysteme noch andere, mehr oder weniger stark verstrichene Rinnen, welche oft eine ganz abweichende Richtung hatten. Diese Erscheinung deutet nun offenbar darauf hin, dass verschiedene Bewegungen auf einander folgten, und dass die Richtung derselben nicht immer die gleiche war. Dieser Umstand mag bei einigen Verwerfungen, welche bisher jeder Erklärung zu trotzen schienen, besonders in's Gewicht fallen. Ferner aber bietet uns diese Erscheinung einen neuen Beweis zu der Annahme, dass die Bewegung der Spaltenwände nicht mit einem Male abschloss, sondern dass sie sich mehrmals wiederholte. Man hat bereits eine ganze Reihe von Beobachtungen zur Verfügung, denen zufolge auf einen allmäligen und langsamen Vorgang bei der Spaltenbildung und ihrer successiven Füllung zu schliessen ist.

Durch die obige Beobachtung wird die Existenz einzelner Perioden bei diesen Vorgängen wahrscheinlich gemacht.

Bei dieser Gelegenheit erlaube ich mir auf einige Beobachtungen an Pflibramer Gangstücken, welche in der Ausstellung des k. k. Ackerbau-Ministeriums exponirt waren, und welche sich gegenwärtig im geologischen Museum der Wiener Universität befinden, aufmerksam zu machen. Innerhalb der ein bis zwei Fuss mächtigen, vorzüglich aus Bleiglanz bestehenden Füllung des Adalbert- und Katharina-Ganges waren mehrere Erzstreifen von  $\frac{1}{2}$  bis 2 Zoll Mächtigkeit zu unterscheiden, in deren Mitte eine Reihe von kleinen Centraldrüsen oder wenigstens eine derartige Unordnung des Gefüges der krystallinischen Bleiglanzmasse zu bemerken war, welche es unzweifelhaft machte, dass jeder dieser Erzstreifen eine einzelne Spaltenfüllung repräsentirt. Nie sind also successive hinter einander mehrere geringmächtige Spalten aufgerissen und jede für sich von den Wänden gegen die Mitte zu ausgefüllt worden. Die ziemlich mächtige Bleiglanzmasse dieser Gänge löst sich mithin bei genauerer Betrachtung in eine Reihe von successiven Spaltenbildungen auf, und bildet einen Beleg für die Annahme des allmäligen und periodenweisen Vorganges bei der Bildung und der Füllung der Spalten.

Was nun das Maass der an den Spaltenwänden stattgefundenen Bewegung betrifft, so hat mich eine sorgfältige Beobachtung der durch die Spalten verschobenen Gesteinselemente und der sonstigen Merkmale der Verschiebung davon belehrt, dass die Grösse der Verschiebung an einer und derselben Spalte auch ungleich sein kann. Ich fand Orte, wo die Verschiebung ganz gering und beinahe gleich Null war, während sie sich auf andern Stellen einer und derselben Spalte grösser zeigte. Diesen Beobachtungen zufolge muss man eine ungleichmässige Verschiebung der Gesteinsschollen zugestehen. Man wird zu der Annahme von Minimen und Maximen der Bewegung geführt, und da können wir, die Starrheit und Unplastizität der Masse eines einzelnen Gesteinsschollen voraussetzend, zwei Fälle unterscheiden.

Einmal werden diese beiden Extreme an die beiden Enden der Gesteinsscholle gebunden sein, und während an einem Ende nahezu eine Unbeweglichkeit constatirt werden kann, finden wir, dass das Maass der Bewegung gegen das andere Ende hin continuirlich zunimmt und hier sein Maximum erreicht. In einem zweiten Falle kann man sich das Minimum der Bewegung zwischen den beiden Enden der Gesteinsscholle denken, diess müsste sodann nebst der fortlaufenden Bewegung noch eine Drehung um den Punkt des Minimums erlitten haben. Wir müssten sodann zwei Maxima an den beiden Enden wahrnehmen, und zwar müsste die Richtung der Bewegung des einen Endes jener des andern Endes entgegengesetzt sein.

Von den meisten Forschern, welche sich mit den Verwerfungen beschäftigt haben, so Schmidt, Zimmermann, v. Carnall, Fuchs, Combes etc., wurde die Erklärung durch die Annahme der Senkung der Hangendwand für die meisten Fälle ausreichend gefunden. Hiebei hatte man nicht speciell die Verwerfungen an Erzgängen zum Ausgangspunkte gewählt und auch zugestanden, dass diese Erklärung in mehreren Fällen, besonders im Gebiete der Erzgänge, nicht hinreicht. Diess ist unter Andern besonders da der Fall, wo sich die Fallrichtung der Spalte in eine entgegengesetzte verwandelt, und wo die Unterscheidung der Liegend- und Hangendwand viel von ihrem Werthe verliert. Diese Verhältnisse lassen sich vielfach nicht mehr durch einen so einfachen Vorgang erklären, und die obigen Beobachtungen lassen uns die Existenz von viel grösseren Complicationen ahnen.

Wenn man berücksichtigt, dass die Spaltenbildung als eine Folge der eingetretenen ungleichen, über die Elasticitätsgrenze des Gesteins hinausgehenden Spannung anzusehen ist und dass somit an der Spaltenfläche die maximale Krafterwirkung und der grösste Widerstand zusammenstossen, so muss man die Möglichkeit des gleichzeitigen Auftretens von Hebungen und Senkungen, sowie von lateralen Verschiebungen zugestehen.

Wenn wir uns nun zu der Betrachtung der Verhältnisse ganzer Spaltengruppen oder Dislocationszonen wenden, so betreten wir ein so zu sagen noch gar nicht bearbeitetes Feld. Wir sehen Reihen von Gesteinsschollen vor uns, an deren Grenzflächen wir vielfache Spuren einer Bewegung beobachtet haben, wobei zahlreiche Anhaltspunkte vorliegen, jeder einzelnen Scholle eine gewisse Selbstständigkeit zu vindiciren.

Wenn sich nun diese Bewegung schon an den einzelnen Gesteinsschollen geäußert hat, so muss sie wohl auch in der ganzen Dislocationszone zum Vorschein kommen, das heisst, sie muss auch an der Zusammensetzung der ganzen Umgegend wahrzunehmen sein. Was nun die metallischen Reviere betrifft, so habe ich Gelegenheit gehabt, auf die grossen Störungen aufmerksam zu machen, welche die Erzführung in der Regel begleiten. Ich war im Stande, nachzuweisen, dass die meisten Erzvorkommen ohne Rücksicht auf ihre Art und Gestalt geradezu die Linien der grössten Störung bezeichnen. \*) In vielen Fällen treten hier zu den Zerspaltungen Faltungen und Ueberkippungen der Schichten hinzu, es kommen Eruptivgesteine in Form von einzelnen Gängen und Stöcken vor. In vielen Fällen treten die Erzlagerstätten ganz und gar mitten in den Eruptivgesteinen auf. Diese Störungen sind sogar geradezu die Merkmale, welche ein erzführendes Terrain vor einem erzleeren auszeichnen. Das Auftreten so grosser Störungen an den Erzdistricten ist gewiss ein Factor von grosser geologischer Bedeutung und bloss das unzusammenhängende sporadische Vorkommen derselben hat die Erkenntniss der Rolle, welche sie in der Geotektonik spielen, verzögert.

Wenn wir die Gesteinsverhältnisse zum Ausgangspunkte nehmen, so können wir die Erzreviere in etwa folgende Gruppen bringen.

1. In ungeschichteten krystallinischen Gesteinen treten vorzüglich wahre Gänge, nebst dem Typhone von vorwaltend

---

\*) F. Pošepny: Beziehungen zwischen Erzlagerstätten und Dislocationen. Verhandl. der k. k. geol. Reichsanstalt. 1870, pag. 20.

stockartiger Gestalt auf, so z. B. die Goldantimonlagerstätten von Milleschau in Böhmen, Magurka und Aranyidka in Ungarn in Granit, die eigenthümliche Suite von Gold-, Silber-, Kupfer- und Bleilagerstätten von Ungarn, Siebenbürgen, Mexiko und Nordamerika in jüngeren Eruptivgesteinen etc.

2. In geschichteten krystallinischen und sedimentären Gesteinen treten die verschiedenartigsten Formen der Erzlagerstätten, und zwar an Orten grösserer Schichtenstörungen auf, so z. B. die Blei- und Galmeilagerstätten von Kärnten, Schlesien, Belgien, Italien in Kalkstein, die Kupferlagerstätten von Böhmen, Deutschland und Russland in Sandsteinen und bituminösen Schiefeln, die Silber- und Bleilagerstätten am Harz in devonischen und Kulm-Schiefeln, die Kupferlagerstätten von Herrengrund, Schmöllnitz und Göllnitz in krystallinischen Schiefeln etc.

3. An gang- und stockartigen Durchsetzungen der geschichteten Gesteine durch Eruptivgesteine zeigt sich eine grosse Mannigfaltigkeit sowohl in der Form, als auch in der inneren Beschaffenheit der Erzlagerstätten. Gangförmige Eruptivgesteine sind in den Revieren von Freiberg in Sachsen, Příbram, Joachimsthal in Böhmen, Rézbánya in Ungarn etc., stockförmige in den Revieren von Rodna, Oláhláposbánya in Siebenbürgen, im Banat und Sibirien etc. bekannt.

Was die Art der Erzlagerstätten betrifft, so sind oft in einem und demselben Reviere mehrere Arten zugleich vertreten und man findet Gänge, Geoden, Lager und Stöcke häufig unmittelbar aneinander entwickelt. Die Erzführung geht in den meisten Fällen von den das ganze Revier durchsetzenden Spaltensystemen aus und findet sich entweder in dem Spaltenraume selbst in Form von wahren Gängen, Erzgeoden, Erztyphonon oder ausserhalb desselben in Form von Lagern, Stöcken etc. abgelagert. Der allen Erzrevieren gemeinschaftliche Factor ist somit die Dislocation oder die diese am deutlichsten verrathende Zerspaltung.

Ueber die anderen Spaltengruppen, welche nicht durch ihre Erzführung besonderen Anlass zu ihrer Verfolgung und

Aufschliessung gegeben haben, sind verhältnissmässig nur wenig Daten bekannt. Die auf der Oberfläche zu Tage tretenden diesbezüglichen Erscheinungen sind sehr selten so zusammenhängend und deutlich, wie die künstlich durch den Bergbau bezweckten Aufschlüsse, deshalb ist man in Bezug auf diese Erscheinung vorzüglich auf die in den Bergrevieren erhaltenen Daten angewiesen.

Schenkt man nun der inneren Beschaffenheit dieser Bergreviere einige Aufmerksamkeit, so bemerkt man sofort eine ganze Reihe von Analogien und wird fast unwillkürlich auf die Idee eines Zusammenhanges derselben geführt. In der That hat man es auch bereits häufig versucht, die einzelnen sporadisch zerstreuten Bergreviere in Zonen zu vereinigen, allein meist mit geringem Erfolge, denn theils waren die Motive dieser Vereinigung zu ungleichförmig, theils war die Detailkenntniss der geologischen Verhältnisse der Bergreviere selbst, des dieselben umgebenden Terrains und des geotektonischen Baues der diesbezüglichen Ländercomplexe zu wenig ausgebildet.

Die hier soeben angezogenen Motive der Analogien beziehen sich:

1. Auf das Spaltennetz, das heisst auf die Richtung der hauptsächlichsten Spalten und auf ihre Gruppierung;
2. auf die gegenseitige Lage der Bergreviere, respective auf die gegenseitige Lage ihrer Hauptspalten;
3. auf die tektonische Position, das heisst auf eine Analogie der Lage im Vergleich mit einem direct fortsetzenden tektonischen Factor, wie z. B. mit dem Verlaufe eines gleichartig zusammengesetzten Gebirgszuges;
4. auf die Analogie des diese Spalten einschliessenden Gesteins;
5. auf die Analogie der inneren Beschaffenheit der Erzlagerstätten, auf ihre Füllung, ihren erzigen Inhalt und auf die paragenetische Folge der einzelnen Absätze innerhalb derselben.

Handelt es sich um die Verbindung des Spaltennetzes zweier oder mehrerer räumlich getrennter Bergreviere, so muss nebst der Analogie des Spaltennetzes wenigstens die Möglich-

keit einer solchen Verbindung durch die entsprechende Lage der Orte gegeben sein, und der günstigste Fall tritt wohl dann ein, wenn sich die analog streichenden Spaltensysteme in der directen Fortsetzung befinden, jedoch durch einen montanistisch noch gar nicht oder nur unvollkommen untersuchten Streifen getrennt sind. Dies trifft z. B. bei den Bergrevieren von Vöröspatak, Abrudtielü, Contiü und Vulkoj an dem zweiten, aus Dacit, Andesit und Trachyt bestehenden Eruptivgesteinszuge des siebenbürgischen Erzgebirges ein.

Nebst den Analogien der geotektonischen Position haben wohl in allen Fällen die räumlichen Factoren die grösste Wichtigkeit, diese können aber nur da zur Anwendung kommen, wo man hinreichend genaue topographische Grundlagen zur Verfügung hat.

Was nun die Gesteinsanalogie betrifft, so wissen wir, dass zwar die Gangspalten durch verschiedene Gesteine durchzugehen pflegen, dass sie aber je nach dem Nebengesteine ihren äusseren Charakter und ihre Füllung zu ändern pflegen. Während die physikalische Beschaffenheit des Gesteines mehr auf die äussere Form der Spalte und auf die Beschaffenheit des Spaltennetzes einwirkt, ist die Füllung der Spalten mehr von der chemischen Beschaffenheit des Gesteins abhängig. Während sich z. B. Kalksteine und Thonschiefer gegen spaltenbildende Kräfte ganz ähnlich verhalten können, wird ihr Einfluss auf die Art und Beschaffenheit der Füllung ein wesentlich verschiedener sein.

Die Analogie der Füllung dürfte zu den schwächsten Motiven der Zusammenziehung einzelner Bergreviere zu ganzen Zonen gehören. Wir wissen ja, dass die Füllung auf einer und derselben Lagerstätte und besonders in verschiedenen Tiefen an derselben grossen Schwankungen unterliegt und dass andererseits ganz analoge Füllungen an Orten auftreten, die sich kaum in eine räumliche Verbindung bringen lassen.

Im Allgemeinen kann uns nur eingehendes Studium der Reviersverhältnisse und des tektonischen Baues der dieselben einschliessenden Ländercomplexe zu den rationellen Daten in



der so ungemein wichtigen Frage des Zusammenhanges der Bergreviere verhelfen und die geologisch und montanistisch am genauesten bekannten Länder werden gewiss auch in dieser Frage den Ausschlag geben. Unser gegenwärtiges Wissen in diesem Bereiche ist allerdings noch sehr unvollkommen, allein dessen ungeachtet ist die Existenz eines inneren Zusammenhanges dieser Erscheinungen mit ziemlicher Genauigkeit anzunehmen und in einigen Fällen auch factisch nachzuweisen. So kann z. B. an dem Zusammenhange der Reviere Joachimsthal, Aberthan, Gottesgab in Böhmen und Johannegeorgenstadt etc. in Sachsen kein Zweifel aufkommen, denn hier trifft die Analogie der tektonischen Position, des Spaltennetzes, ja sogar des Gesteines und der Füllung zusammen.

Bei der Betrachtung der Sache im grossen Ganzen lässt sich aber das sporadische Vorkommen der erzigen Punkte an diesen Zonen nicht verkennen, eine Anordnung, um sich eines treffenden Ausdruckes Freiherrn Const. von Beust's\*) zu bedienen, mit den einzelnen Perlen einer Perlenschnur vergleichbar. Da es nun keinem Zweifel unterliegen kann, dass auch hier wie überall die regste Circulation der unterirdischen Flüssigkeiten unmittelbar an der Dislocation stattfand, und dies auch von der Circulation der Metalllösungen gelten muss, wir aber die metallischen Absätze nur an einzelnen Punkten der Dislocationszone abgelagert finden — so hat es den Anschein, als wenn zur Fixirung des metallischen Inhaltes dieser Lösungen die Existenz eines zweiten Factors nothwendig gewesen wäre. Die Metalllösungen gingen für die Erzbildung verloren, wenn sie nicht mit diesem zweiten Factor in Berührung kamen, und wir sind somit gezwungen, nebst dem Hauptcirculationswege der Lösungen auf der Dislocationszone die Existenz eines zweiten, diese Zone durchkreuzenden Factors zu supponiren. Ein Erzrevier läge dieser Auffassung gemäss an

---

\*) Freiherr Const. v. Beust, über die Streichungslinie der Hauptgänge in den nicht ungarischen Ländern der österr.-ungar. Monarchie, Jahrbuch der k. k. geol. R.-A. 1872, XXII p. 149.

dem Kreuzungspunkte dieser zwei Hauptfactoren. \*) Diese auch von Freiherrn Const. v. Beust ausgesprochene Annahme gewinnt gewissermassen an Wahrscheinlichkeit, wenn wir berücksichtigen, dass ein analoger Vorgang durch die Adelspunkte an den Schaarungen, durch die sog. Fallbänder, durch die auf die letzteren zurückführbare Erzführung der Lager und viele ähnliche Erscheinungen bis in's Minutiöse angedeutet ist. Ich brauche wohl nicht zu erwähnen, dass diese Fixirung der Metalllösungen am einfachsten durch das Hinzutretenlassen electro-negativer Bestandtheile, bei Schwefelmetallen z. B. durch das Hinzutreten von Schwefelwasserstoff zu den Metalllösungen, befriedigend erklärt werden kann.

Nachdem wir nun die grosse Rolle, welche die Dislocationszonen und die an denselben liegenden Erzreviere in der Geotektonik zu spielen berufen sind, erkannt haben, können wir zu einem Versuche ihrer Erklärung schreiten.

Während wir in einigen Gegenden eine ganze Reihe von Formationen ohne besondere Störungen über einander gelagert finden, stossen wir in anderen verhältnissmässig nahen Gegenden auf grosse Störungen genau derselben Formationen und derselben Gesteine. Während z. B. in der Osthälfte von Europa, im Central-Russland die Formationsreihen vom Silurischen bis zur Kreide-Periode in einem zwar gehobenen, allein verhältnissmässig noch ungestörten Zustand anzutreffen sind, finden wir oft dieselben Bildungen in Westeuropa zu sehr complicirt gebauten, auf ansehnliche Höhen aus der Umgegend hervorgehobenen Massen, und zwar besonders in einzelnen Zonen, unseren Gebirgszügen, zusammengehäuft.

Das Erste, was aus dieser Darstellung klar hervorgeht, ist, dass die Entstehung dieser Gebirgszüge vom Gesteine unabhängig ist, und dass die genetischen Ursachen in äusseren Einflüssen von localer Wirkung zu suchen sind. Die naheliegendste und verbreitetste Ansicht war, die Gebirge einfach durch Hebungen zu erklären. Hiemit hatte man direct dem

\*) F. Pošepný, Allg. Bild der Erzführung im siebenbürgischen Erz-districte. Jahrbuch der k. k. geol. R.-A. 1868, XVIII p. 302,

Erdinneren die grösste Rolle zugeacht, und in Berücksichtigung der Quelle der häufig auf der Oberfläche erscheinenden Eruptivgesteine den platonischen und vulcanischen Einflüssen einen grossen Wirkungskreis eingeräumt. Am häufigsten brachte man diese Erscheinung mit der Zusammenziehung der Erdkugel durch Abkühlung in Zusammenhang, und einzelne Geologen wollten zugleich eine gewisse geometrische Regelmässigkeit in der Vertheilung der Erhebungslinien auf der Erdoberfläche bemerkt haben. Elie de Beaumont hat besonders diesen Theil der Lehre ausgebildet, und die Gebirgssysteme einem Pentagonalnetz anzupassen getrachtet.

Er war es auch, der zwischen den Gebirgen und Gangspalten gleicher Streichungsrichtung, ohne aber auf die Position beider gegen einander besondere Rücksicht zu nehmen, einen inneren Zusammenhang vermuthete. Seine Schüler sind auch gegenwärtig noch beschäftigt, dem abstrakten Theile dieser Lehre einige Daten abzugewinnen. Auch hier, bei der Betrachtung der Streichungslinien der Gebirgszüge fand die Hypothese von der geradlinigen Streichungsrichtung Eingang, obgleich hier die Unrichtigkeit dieser Annahme viel auffallender wahrzunehmen ist. Ein Blick auf eine genauere geographische Karte belehrt uns, dass der Gesamtverlauf der meisten Gebirge keiner geraden Linie, sondern einer Curve folgt. Eines der deutlichsten Beispiele einer gebogenen Streichungslinie zeigen die Karpathen. Bei der Rede von geradlinigen Richtungen auf der Erdoberfläche kann man selbstverständlich nur jene Fälle im Sinne haben, wo sich durch die Streichungslinie eine Ebene durchlegen lässt. Dies ist aber aus den geographischen Karten, die in den meisten Fällen Projectionen vom Antipodialpunkte in eine tangentielle Ebene sind, nicht so ohne Weiteres zu entnehmen. Dieser Umstand dürfte auch bei der Beurtheilung von längeren Dislocationslinien Berücksichtigung verdienen.

Die Hypothese von der Entstehung der Gebirge durch einfache örtliche Hebung wurde nun gerade in neuester Zeit heftig erschüttert. Zuerst fielen die besonders von L. von

Buch verfochtenen Erhebungskrater, nachdem man durch genauere Beobachtungen von der Beschaffenheit einiger thätigen Vulcane Kenntniss erhielt, vorzüglich durch den Scharfsinn Ch. Lyell's. Mit ihnen musste auch die Ansicht fallen, welche den vulcanischen Kräften den grössten Antheil an der Gebirgs-erhebung vindicirte, ja neuester Zeit hat Prof. E. Suess gezeigt, dass sowohl die thätigen Vulcane als auch die vorzüglichsten Eruptivgesteinszüge geradezu die Senkungslinien des Terrains bezeichnen.

Die rasch fortschreitende Erkenntniss der geotektonischen Verhältnisse grösserer Gebirgssysteme brachte viele Daten zum Vorschein, welche sich nicht mehr mit der alten Erklärung vereinigen liessen, und besonders war es der in den meisten Hochgebirgen nachweisbare unsymmetrische Bau, welcher die Annahme einer Erhebung an einer centralen Achse nicht gelten liess. Unter Andern hat es F. D. Dana versucht, die normale Einseitigkeit der Gebirge durch lateralen Druck zu erklären, wobei er aus dem Umstande, dass die grössten Erhebungen gerade an den Gestaden der jetzigen und einstigen Continente zu finden sind, auf einen Druck von der Seite des Meeres gegen den Continent schliessen zu müssen glaubt, der eben eine Entstehung des Gebirges durch seitliche Zusammenschiebung zur Folge gehabt haben soll. \*) Abgesehen von gewissen Unzukömmlichkeiten lässt diese Annahme nicht eine ganz allgemeine Anwendung zu, viel allgemeiner ist hingegen eine Lehre, deren Grundzüge vor Kurzem Prof. E. Suess veröffentlicht hat, und welche eben für die Erklärung unserer Dislocationerscheinungen besonders geeignet ist. \*\*)

Dieser zufolge sind die Gebirge durch seitliche Zusammenschiebung in Folge einer äusserst langsamen und erst durch die Veränderungen der Lage ganzer Gebirgsformations-

---

\*) J. D. Dana, On some results of the earths contraction from cooling, including a discussion of the origin of mountains etc. Americ. Journ. of Science and Arts 1873.

\*\*) E. Suess, über den Aufbau der mitteleuropäischen Hochgebirge. Anzeiger der k. Akademie der Wissenschaften 1873, p. 130.

gruppen erkennbaren Bewegung der oberen Regionen des Erdalles entstanden. Diese nachweisbare, vorläufig noch unerklärt gebliebene Bewegung hat in Mitteleuropa eine NO. bis NNO.-Richtung und äussert sich besonders deutlich durch die Anordnung und die Beschaffenheit der fächerförmigen Bogenlinien der Apenninen, Alpen, Karpathen, der dalmatinischen und bösnischen Gebirge, durch die Stauungserscheinungen. An der polaren Seite dieser ausgezeichnet unsymmetrisch gebauten Gebirgszüge ist eine anticlinale Faltung, an der äquatorialen Seite derselben aber oft ein Bruchrand und ein Senkungsfeld zu beobachten, an welchem sodann die Eruptivgesteine sowohl der noch thätigen Vulcane in Italien, als auch die älteren Eruptivgesteine in Ungarn und Böhmen zum Vorschein kommen. Die Bewegung ist nicht gleichförmig, sie ist bei den sogenannten alten Gebirgsmassiven viel langsamer und in Folge dessen stauen sich die jüngeren Formationen an ihnen zu Gebirgen auf. Die Alpen z. B. bilden um das alte böhmische Massiv der krystallinischen Gesteine eine bogenförmige Aufstauung und eine ähnliche Rolle spielen die alten Massiven von Corsica, von Centralfrankreich etc. Dieser Ansicht zufolge sind nicht die einzelnen Gebirgslieder auf der Stelle entstanden, wo wir sie gegenwärtig finden, sondern sie sind aus grösserer Entfernung, aus südlicheren, respective südwestlicheren Gegenden hier zusammengeschoben worden.

Diese Erklärung, der man desto mehr Vertrauen abgewinnt, je eingehender man sich mit dem geologischen Bau einer Localität beschäftigt, ist wohl geeignet, einen radicalen Umschwung der Anschauungen herbeizuführen. Gegen die ältere Ansicht hat sie auch noch den meritorischen Vortheil, dass sie die Hauptmotive der Geotektonik aus den unerreichbaren Regionen des Erdinnern näher an die Oberfläche bringt und ihre Untersuchung und Prüfung gestattet.

In montangeologischer Beziehung besteht der Werth dieser Erklärung in der Nachweisbarkeit einer stattgefundenen Bewegung der bisher für starr und unbeweglich gehaltenen Gesteins-

regionen, eines Factors, mit welchem zahlreiche unterirdische Erscheinungen in Zusammenhang gebracht werden können.

Die an unseren Klüften und Dislocationszonen nachgewiesene Bewegung steht offenbar mit der auf einem ganz andern Wege nachgewiesenen Bewegung ganzer Gesteinsregionen im ursächlichen Zusammenhange. Das Durchgreifen unserer Gangspalten und Dislocationszonen durch mehrere Gesteinscomplexe deutet auf dieselbe ausserhalb des Bereiches dieser Gesteine liegende Ursache, welcher auch die hauptsächlichsten tektonischen Factoren, die bei dem Aufbau der Gebirgszüge thätig waren, ihre Entstehung verdanken.

Bei dem Aufbau der Gebirge durch Zusammenschiebung müssen nothwendiger Weise ganze Reihen von Störungen der Continuität des Gesteins eintreten, es müssen ganze Zerspaltungszonen entstehen, wo die Elasticitätsgrenze des Gesteins überschritten wurde. Die einzelnen durch diesen Vorgang isolirten Gesteinsschollen kommen in eine Bewegung, welche bis zur Herstellung des Gleichgewichtes andauert, und nachdem sich der Druck von derselben Richtung mehrmals einstellt, sich auch den jeweiligen Bedingungen entsprechend in einem angemessenen verschiedenen Grade wiederholt.

Ohne hier nochmals in die Einzelheiten der im Vorausgelassenen besprochenen Erscheinungen näher eingehen zu müssen, dürfte der genetische Zusammenhang derselben evident sein. Die hier entwickelte Auffassung des Gegenstandes kann noch nicht frei von allen Mängeln sein, allein sie bietet denn doch einige Vortheile, denn statt der früheren ganz unbestimmten Andeutungen über die Spaltenbildung liefert sie greifbare Anhaltspuncte.

Da aber durch diese Auffassung einige ältere und geüßufig gewordene Ansichten eine bedeutende Modification erfahren, so handelt es sich nun darum, die älteren Beobachtungen zu überprüfen und sodann zu dem neueren Stadium der Erkenntniss Stellung zu nehmen.

---