

## 8. Ueber den Ursprung der granitischen Gänge im Granulit in Sachsen.

Ein Beitrag zur Kenntniss des Granites.

VON HERRN ERNST KALKOWSKY in Leipzig.

### 1.

Wenn man vom Kappuziner Kloster am See von Nemi in nördlicher Richtung auf Palazzuola am Albaner See zugeht, so findet man, näher nach Palazzuola, auf eine Strecke hin Scherben und Stücke einer dunkelgrauen Lava, die bei der Bergung einer Röhrenleitung zu Tage gefördert wurden. Diese Stücke gehören jedenfalls einem oberflächlichen Lavastrome des Albaner Gebirges an, zeichnen sich aber auf den ersten Blick vor anderen dortigen Laven durch die hellen Schmitzen aus, von welchen sie durchzogen werden. Die hellen Partien haben ganz die Form von kleinen Gängen; sie sind durchschnittlich etwa 10 cm lang und breit und 1 cm mächtig, oft aber auch kleiner.

Die Lava selbst ist ein Leucitbasalt; Leucit und Augit sind die vorwaltenden Gemengtheile. Dazu gesellen sich einerseits Nephelin, Plagioklas und Sanidin, andererseits Olivin, Magnesiaglimmer, Magnet Eisen und Apatit, alle sieben Mineralien in sehr untergeordneter Menge. Secundär erscheint Natrolith. Die Leucite enthalten fast ebenso schöne Einschlüsse wie die Lava vom Capo di bove, sie sind gut geformt und stecken oft in grosser Anzahl in den anderen feldspäthigen Gemengtheilen.

Die gangartigen Partien deuten schon durch ihre lichte Farbe an, dass sie eine andere Zusammensetzung besitzen. Allein diese Verschiedenheit erstreckt sich nur auf das Mengenverhältniss der sie zusammensetzenden Mineralien: es herrschen Feldspäthe und Natrolith vor; letzterer ist wohl aus Nephelin hervorgegangen, denn seine radialstrahligen Massen zeigen sich in ihren äusseren Umrissen ganz abhängig von den anderen Mineralien, und der Leucit ist in diesem Gesteine nie angegriffen. Die Feldspäthe, Sanidin, Plagioklas und wohl auch Mikroklin sind in bedeutend grösseren Individuen ausgebildet,

als in dem übrigen Gesteine; besonders auffällig ist aber das entschiedene Bestreben namentlich leistenförmiger Feldspäthe, sich zu Bündeln zu gruppieren, deren Strahlen gegen die Mitte der gangförmigen Massen hin divergieren. Auffallend ist es ferner, dass der Leucit nie in der Mitte dieser gangartigen Gebilde erscheint, obwohl er oft am Rande von der normalen Lava her dieselben begrenzt.

Die viel spärlicheren Augite sind meist etwas stärker gefärbt und stärker pleochroitisch, als in der Lava, Magnet-eisen ist noch weniger vorhanden, dagegen erscheinen bisweilen im Natrolith opake Nadeln mit röthlichem Oberflächen-Schimmer, die für Göthit gehalten werden könnten. Auch der Olivin fehlt diesen gangartigen Gebilden nicht, und wie alle Bestandtheile derselben grössere Dimensionen aufweisen, als die Gemengtheile der normalen, dichten Lava, so werden dieselben nun auch von kräftigen langen Apatitnadeln durchstochen.

Die gangartigen Gebilde dieser Lava vom Albaner Gebirge enthalten also fast dieselben Gemengtheile wie die Lava selbst, nur ihr Mengenverhältniss und ihre Gruppierung ist verschieden: es giebt sich ganz deutlich das Bestreben nach seitlich-symmetrischem Bau zu erkennen. Der Natrolith sitzt mehr in der Mittellinie, die Feldspathbündel öffnen sich nach der Mitte zu, der Mitte fehlt der Leucit.

Ueber die Deutung dieser gangartigen Gebilde kann wohl kein Zweifel aufkommen; die Lava ist ihrem jugendlichen Alter entsprechend von Zersetzungserscheinungen nur erst ganz wenig heingesucht, nur der Nephelin ist zum Theil in Natrolith übergegangen, und am Olivin zeigen sich durch Abscheidung brauner Ockerhäutchen die ersten Spuren einer Hydratisirung. Eine Wegführung von Substanz aus der dichten Masse und Absatz derselben in vorhandenen Klüften kann nicht stattgefunden haben; sind doch auch die Gemengtheile der gangartigen Gebilde denen der dichten Lava so überaus ähnlich, dass man ihnen die gleiche Art der Entstehung zuschreiben muss. Und dann — bei der Zerstörung oberflächlicher Basaltmassen durch Atmosphärlilien sehen wir wohl Natrolith entstehen und ockerige Massen, aber doch nicht klare feste Feldspäthe und Augite. Dahingegen sehen wir beständig und immer, dass bei der Verfestigung von geflossener Lava gleichartig constituirte Substanz das Bestreben äussert, sich an einzelnen Punkten in grösserer Menge zu versammeln. Beruht doch auf dieser uns völlig unerklärlichen Kraft die Herausbildung eines körnigen, auch mikroskopisch körnigen Gesteines überhaupt. Dann aber sehen wir diese Concentrationskraft auch in grösserer Masse sich äussern; es bilden sich Gruppen von gleichartigen Mineralien unter Fernhaltung anderer.

So auch in dem vorliegenden Falle. Hier sammelten sich die feldspäthigen Moleküle in grösserer Menge an einzelnen Punkten, vielleicht schon gleich an Stellen an, wo sich bei der halberstarrten, aber noch beweglichen Lava Discontinuitäten bildeten. Die Ansammlung feldspäthiger Moleküle modificirte die Erstarrungsvorgänge im Vergleich zu denen der übrigen Lava: es bildeten sich langsam krystallisirend grössere Feldspäthe und Augite und zwar wohl von den Saalbändern, von der Lava her. Ob diese gangartigen Gebilde später oder früher fest wurden, als die übrige Lava, lässt sich schwer entscheiden; die gute Form der Leucite und ihr Vorkommen innerhalb der Feldspäthe sprechen für frühere Erstarrung der Lava selbst.

Um nicht mit irgend einer Definition des Begriffes „Gang“ in Conflict zu gerathen, wurde für die beschriebenen Dinge der Ausdruck „gangartige Gebilde“ gebraucht; der Erscheinung nach gleichen sie Gängen vollkommen, sie sind jedoch nicht secundären Ursprungs, sondern wesentlich gleichaltrig mit der Lava, welche sie beherbergt.

## 2.

Der Calvarienberg bei Katzberg in nordwestlicher Richtung nahe bei Cham im bayerischen Waldgebirge gelegen, besteht aus einem licht gelblichen Eruptivgranit von mittlerem Korn. Das Gestein ist nicht mehr ganz frisch, aber doch auch noch gar sehr entfernt von einem ähnlichen Grade der Zersetzung, wie ihr die Gneisse der dortigen Gegend, namentlich bei Gross-Bergersdorf, anheimgefallen sind. In diesem Granite gewahrt man ziemlich häufig Gänge oder Trümmer mit seitlich-symmetrischer Structur von nicht bedeutender Grösse, sie sind etwa einen Meter lang und 10 cm mächtig. Diese Gänge sind nun auf das Innigste mit dem Granit verbunden; sie haben keine scharfen Grenzen, sie stehen durchaus nicht in Beziehung zu Verwitterungserscheinungen. Der Granit enthält dunklen und hellen Glimmer und hin und wieder Turmalin in Flecken, seltener in Schnüren. Alle Gänge bestehen nun aus zwei stets gleich breiten randlichen Zonen eines granitisch-körnigen Gemenges von Quarz und Feldspath von rein weisser Farbe ohne alle Beimengung von Glimmer, und aus einer mittleren Zone entweder von schwarzem Turmalin, oder von Turmalin und Kaliglimmer, oder von Turmalin, Kaliglimmer und Granat, letzterer in bis 4 mm dicken Rhombendodekaëdern. Die Turmalinnadeln bis 2 mm stark, aber nie sehr lang, sind oft büschelförmig in der Gangebene angeordnet; bisweilen bil-

den sie feinkörnig-faserige Platten mit nur spärlicher Beimengung von Quarz. Die Glimmerblättchen stehen auch entweder parallel der Gangebene, in welchem Falle man im Bruche oft Ganghälften findet, oder sie bilden ein wirres Aggregat, welcher Fall namentlich dann eintritt, wenn die Gangmitte reich ist an Glimmer.

Dieser Granit von Cham mit seinen „Gängen“ bildet nun offenbar ein Analogon zu der Leucitbasaltlava des Albaner Gebirges; wie dort, so haben wir auch hier gangähnliche Gebilde, die aus wesentlich denselben Mineralien bestehen, wie das Muttergestein; doch ist hier die seitlich-symmetrische Structur offen erkennbar, während sie bei der Lava nur mehr oder minder angedeutet war. Aber was die Erklärung anbetrifft, so sind wir der höchst ähnlichen Erscheinung gegenüber doch mit einem Sprunge in eine viel schwierigere Lage gerathen. Basaltlaven sehen wir noch heute ausfließen, Granite bilden sich nicht vor unseren Augen; jene Lava des Albaner Gebirges ist jung, dieser Granit von Cham im Vergleich dazu jedenfalls ungeheuer viel älter, jedenfalls ist er dem Einflusse des circulirenden Wassers unendlich viel länger ausgesetzt gewesen. Aber sollen diese Umstände ausreichend sein, um der handgreiflichen Identität der Erscheinungen gegenüber eine wesentlich andere Art der Entstehung anzunehmen? Wenn in den Naturwissenschaften als oberster Grundsatz gilt, dass man nicht mehr Ursachen zur Erklärung einer Erscheinung aufstellen soll, als genügend sind, so ist in der That kein Einwand aufzufinden, warum diese Gänge im Granit von Cham nicht ebenso — mutatis mutandis — entstanden sein könnten, wie die gangähnlichen Gebilde in der Albaner Lava.

Hier liegen entschiedene Gänge vor, Gänge ihrer Form und Structur nach, für deren Entstehung die Grundsätze der Congenerationstheorie völlig ausreichend sind. Aber das Auftreten von „Ausscheidungstrümmern“<sup>1)</sup> im Granit ist nicht etwa eine seltene Erscheinung, sie finden sich vielmehr in vielleicht den meisten Graniten, bald häufiger, bald seltener. Auch ihre Form und ihre Zusammensetzung ist grossen Schwankungen unterworfen. Im grobkörnigen Granit des Riesengebirges erscheinen die feinkörnigen sogen. Ganggranite, Partien oder vielleicht „Schlieren“ von gangartiger Form, bisweilen mit einem Hohlraum in der Mitte, in den dann jene grossen Orthoklase hineinragen, die von Albit durchwachsen und auf ihrer Oberfläche damit bedeckt sind. In den lausitzer Graniten sieht man häufig einige Centimeter mächtige und

<sup>1)</sup> Cfr. A. v. GRODDECK, Die Lehre von den Lagerstätten der Erze. Leipzig 1879, pag. 74.

ziemlich lange Gänge von Quarz, Feldspath und Turmalin in Individuen, die an Grösse die Gemengtheile des Granites selbst bedeutend übertreffen. Wo giebt es wohl Granit-Trottoirplatten, die nicht solche Gänge aufwiesen, schmale Gänge oft mit seitlich-symmetrischer Structur?

Für alle diese Gänge ist die syngene Entstehung mit dem Granite selbst durchaus zulässig, und es ist nicht schwer zu zeigen, dass für irgend eine andere Art der Erklärung genügende Beweise nicht vorhanden sind.

### 3.

Wie in anderen Gebieten archaischer Formationen, so erscheinen auch im Granulitgebirge Sachsens Gänge und gangartige Gebilde von einer Zusammensetzung, welche sich dem mineralischen Bestande des Granites auf das Allerinnigste anschliesst, so dass man die Gesammtheit dieser Gänge sehr wohl als „granitische Gänge“ bezeichnen kann. Im sächsischen Granulitgebiet sind diese Gänge aber besonders zahlreich und bei den herrlichen Aufschlüssen, die sich hier finden, treten sie dem Beobachter auf jeder Excursion in reichlicher Menge entgegen. Die geologische Landesuntersuchung hat sich denn auch dieses Stoffes bemächtigt, und H. CREDNER gab eine ausführliche Schilderung der Gänge <sup>1)</sup>, gestützt auf ausgedehnte Beobachtungen und unterstützt durch eine reiche und vortreffliche Sammlung, die mit vieler Mühe und z. Th. auch unter besonders günstigen Umständen zusammengebracht worden war.

Diese granitischen Gänge sind in der That eine der beachtenswerthesten Erscheinungen im Gebiete des Granulites, und ihre Schilderung sowie die ausführliche Beschreibung der einzelnen Mineralien wurde auf so starker Grundlage geliefert, dass es schwerlich möglich sein würde, diese Darstellungen zu verbessern. Allein man kann auch noch einige Beobachtungen anstellen, die diese Gänge in einem anderen Lichte erscheinen lassen, Erwägungen, die nicht allein diese Gänge zu ihrem Gegenstande haben, sondern dabei auch zugleich den Granulit selbst und noch weitere Kreise in Mitleidenschaft ziehen.

Auf Grund seiner Untersuchungen kam CREDNER zu dem Resultate, dass die granitischen Gänge hydrochemischer Entstehung seien, d. h. dass „das mineralische Material“ derselben „von partieller Zersetzung und Auslaugung des Nebengesteins durch sich allmählich zu Mineralsolution umgestaltende Sickerwasser“ herstamme. In den Abschnitten VIII. und IX. des

<sup>1)</sup> Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1875. pag. 105–222.

Rückblickes pag. 215 ff. stellt CREDNER nochmals die Gründe zusammen, welche für diese Auffassung sprechen. Es sind im Ganzen acht Punkte, von denen hier zunächst die wichtigsten einer kurzen Besprechung unterworfen werden sollen; die anderen werden später berücksichtigt werden.

1. Die Structurformen dieser granitischen Gänge sind analog denen der erzführenden Mineralgänge. In der That, alle Formen der Erzgänge wiederholen sich hier bei den granitischen, die Lagerstructur, Cocarden-, zellige Structur u. s. w. finden hier ihre getreuen Repräsentanten, die Uebereinstimmung in der äusseren Erscheinungsform ist eine völlige und es muss darnach gestattet sein, dieses Argument für Erwägungen über die Genesis mit in den Vordergrund zu stellen. Doch muss schon hier darauf aufmerksam gemacht werden, dass umgekehrt die rein körnig-massige Structur der granitischen Gänge bei Erzgängen sich sehr viel seltener und dann „nicht immer so regelmässig“<sup>1)</sup> findet.

2. Die granitischen Gänge haben meist eine sehr kurze Erstreckung, sie keilen sich im Muttergestein völlig aus, ohne selbst in Klüfte oder Spalten zu endigen. Es existiren also keine weitreichenden Zuführungskanäle, das Material der Gänge kann nicht, durch Thermalquellen transportirt, aus der Ferne hierher gelangt sein. Es bleibt durchaus kein anderer Ausweg übrig: das Material der granitischen Gänge kann nicht aus der Ferne herbeigeführt sein. Auch gegen dieses Argument lässt sich durchaus nichts einwenden, und es soll in Folgendem ohne alle Einschränkung als völlig gültig behandelt werden.

3. „Der mineralische Inhalt der Gangspalten steht in einem gewissen Abhängigkeitsverhältniss zu der chemischen Zusammensetzung des Nebengesteins.“ Dieses Argument, das achte, ist wohl identisch mit dem siebenten, welches besagt, dass jedes Glied der Granulitformation im Allgemeinen seine besondere Gangformation hat. Die von CREDNER angeführten Fälle bestehen gewiss alle zu Recht, und wer eine grössere Anzahl solcher Gänge gesehen hatt, wird die Berechtigung des obigen Satzes bereitwillig anerkennen müssen, auch zugeben müssen, dass derselbe mit hydrochemischer Entstehung der granitischen Gänge im Einklang stehen würde. Der Satz hat zwar Ausnahmen, wenn auch selten, die sich nicht, wie CREDNER pag. 219 behauptet, auf eine locale Ursache zurückführen lassen. So giebt DATHE an<sup>2)</sup>, dass der Feldspath in Gängen, die doch ganz im Serpentin stecken, in Pyknotrop umgewandelt sei. Allein da diese Ausnahmen jedenfalls doch

<sup>1)</sup> v. GRODDECK, l. c. pag. 61.

<sup>2)</sup> Erläuterungen zu Section Waldheim pag. 26.

sehr spärlich, so mag immerhin zugegeben werden, dass sie die Hauptregel nur wenig zu beeinflussen vermögen. Also auch gegen dieses dritte Hauptargument lässt sich irgend ein gewichtiger Einwand nicht erheben.

Diesen drei Hauptgründen für die hydrochemische Entstehung der granitischen Gänge stehen nun aber andere Verhältnisse und Erwägungen entgegen, welchen von H. CREDNER in seiner Abhandlung kein Platz eingeräumt wurde, oder die in einer nicht zutreffenden Weise verwerthet wurden — die aber doch von so hoher Bedeutung sind, dass sie die Theorie von der hydrochemischen Entstehung der granitischen Gänge als nicht mit allen unseren Erfahrungen im Gebiete der chemischen Geologie übereinstimmend erscheinen lassen.

#### 4.

Die chemische Geologie hat sich seit lange mit Vorliebe gerade der Erforschung der Entstehung der Erzgänge zugewendet, zu ergründen gesucht, woher das Material derselben stammt, wie das Material transportirt wurde, und wie es zur Abscheidung in den Gängen gelangte. Mit immer grösserer Evidenz hat sich gerade in der letzten Zeit gezeigt, dass die Lateralsecretionstheorie für viele Erzgänge eine bessere Erklärung abgeben kann, als irgend eine andere. Nach dieser Theorie muss eine Relation stattfinden zwischen der Mächtigkeit der Gänge und dem Betrage der Zersetzung des Nebengesteins.

Wenn also die granitischen Gänge im Granulitgebirge ebenfalls nach den Grundsätzen der Lateralsecretionstheorie gebildet wären, so müsste auch hier die oben erwähnte Relation erkennbar sein. Der Nachweis einer solchen Relation ist aber bisher nicht beigebracht worden und in Wahrheit auch gar nicht beibringbar, da sie nicht existirt. Mit vollendeter Meisterschaft in der Darstellungskunst beginnt CREDNER seine Schilderungen gewiss nicht ohne Absicht mit der Beschreibung der Gänge aus Quarz und Kaliglimmer im Cordieritgneiss, denjenigen Vorkommnissen, bei welchen eine Beziehung zwischen zersetztem Gestein und Gangmasse am leichtesten nachweisbar zu sein scheint. Bei der Zersetzung des Cordieritgneisses wird Quarz und Kaliglimmer gebildet, und da wir von diesen Substanzen wissen, dass sie auf Klüften als secundäre Producte in Felsarten erscheinen, so möchte es nicht auffällig sein, wenn auch grössere Quarz - Glimmergänge im Cordieritgneisse erscheinen. Gegen

diese Deduction ist auch wenig einzuwenden, allein vor Allem ist die Verwerthung der Beobachtungen nicht zutreffend.

Wenn man die Schilderung dieser Gänge mit der der Gänge im Granulit vergleicht, so wird man sehr beachtenswerthe Verhältnisse finden, die sich nur bei den Gängen im Cordieritgneiss einstellen. Ockeriges Eisenoxyd verkittet hier „die nur lose verbundenen Gemengtheile des Quarz-Glimmer-Aggregats“; solches Eisenoxyd findet sich aber in den übrigen Gängen im Granulit nicht vor, ja nicht einmal in den Gängen in jenem Pyroxen-Granulit, der an primärem Magnet Eisen reich ist; und doch ist sonst gerade Eisenoxyd in durch hydrochemische Secretionsprocesse gebildeten Gängen, z. B. im Glimmerschiefer und im Schalsteine überaus häufig. Ferner sind diesen Gängen im Cordieritgneiss allein eigenthümlich die grossen Ausweitungen, erfüllt von „losen Krystallen und Krystallschutt“, mit ihren verschieden alterigen und oft regenerirten Quarzen.

Nun findet man aber ganz feste Gänge aus Quarz, Kaliglimmer und schwarzem Turmalin in verhältnissmässig sehr frischem Cordieritgneiss, die diese zuletzt erwähnten Phänomene nicht aufweisen. Und wo andererseits der Cordieritgneiss ganz zersetzt ist, wie an der Strasse nach VOGEL's Villa bei Lunzenau, da sieht man in den senkrecht behauenen Wänden zahlreiche, meist saiger stehende Gänge von Eisenspath und Braueisenerz von einer durchschnittlichen Mächtigkeit von 1 cm — keine Spur von Quarz, Kaliglimmer, Turmalin. Aus solchen Beobachtungen kann man denn doch wohl folgern, dass zwar die Ockermassen und etwa die regenerirten Quarze secundären Ursprungs sind, aber doch nicht auch die festen Quarz-Glimmer-Turmalin-Gänge. Diese sind älter und haben einen anderen Ursprung, denselben wie die granitischen Gänge im Granulit. Wie der Cordieritgneiss, so wurden auch bisweilen die in ihm steckenden Gänge von Spalten durchsetzt, auf denen circulirende Wasser Eisenverbindungen absetzten, von Verschiebungen und Pressungen betroffen, welche Krystallschutt erzeugten.

IN CREDNER's Beschreibung sind also zwei räumlich und zeitlich verschiedene Erscheinungen, die nur bisweilen räumlich zusammentreffen, fälschlich in Eins zusammen gezogen worden.

Für die granitischen Gänge und Pegmatitgänge im normalen und im Glimmer-Granulit ist eine Abhängigkeit der Gänge und der Gangmächtigkeit von der Zersetzung des Nebengesteines nicht nachweisbar. Während CREDNER die Zersetzung des Cordieritgneisses ausführlich behandelt, ja selbst unter dem Mikroskope verfolgt, werden Zersetzungserscheinungen am Gra-

nulit überhaupt gar nicht einmal erwähnt. Und in der That sieht man in bei weitem den meisten Fällen die granitischen Gänge in ganz frischem Granulit aufsetzen; es gehört durchaus zu den Ausnahmen, dass das unmittelbare Nebengestein der Gänge irgend wie stärker zersetzt ist. Nur DATHE erwähnt in den Erläuterungen zu Section Waldheim pag. 50 Folgendes: „In gleicher Weise scheint [sic!] ihre Menge mit dem Grade der Zersetzung, welcher der Granulit anheimfällt, zu wachsen. Sie sind reichlicher ausgebildet, wo aus der Zersetzung hervorgegangener Kaliglimmer die Schichtflächen des Granulites bedeckt.“ Es könnte ferner vielleicht der Einwand erhoben werden, dass schon bedeutende Mengen von Substanz einem Gesteine entführt sein können, ohne dass damit eine in die Augen fallende Zersetzung verbunden sein muss.

DATHE's Vermuthung gegenüber wird man anführen, dass hier wohl eine Verwechselung von Ursache und Folge vorliegt: eben weil die Granulite von Gängen durchsetzt werden, weil damit „complicirte Knickungen, Faltungen und Verwerfungen“ verbunden sind, weil hier verschieden struirte Massen an einander stossen, hatten die Wasser leichten Zutritt, um Zersetzungen zu verursachen. Ferner ist an vielen Punkten die Zahl dieser Gänge eine so grosse, oder die Gänge sind so mächtig, dass durchaus eine sehr energische Zersetzung des Granulites nöthig gewesen wäre, um nur das Material für die Gänge zu liefern, das Material, welches ja aus der nächsten Nähe herkommen soll.

Nach STAPFF<sup>1)</sup> erscheint der Gneissgranit des Finsteraarhornmassivs im St. Gotthard-Tunnel „in nächster Umgebung der mit Chlorit bekleideten Drusenklüfte noch weithin matt und gebleicht durch Verwitterung des Plagioklases und Verschwinden des schwarzen Glimmers.“ F. SANDBERGER<sup>2)</sup> schreibt in seiner neuesten Publication über den Friedrich-Christian-Gang bei Schapbach: „soweit der Gang im Gneisse aufsetzt, ist dieser mehr oder weniger stark umgewandelt, mitunter fast aufgelöst, gleichviel ob er taub, als blosser Kluft oder reich mit Erzen und Gangarten erfüllt auftritt. Diese Zersetzung ist in Querschlägen noch bis zu 8 Lachter Entfernung vom Gange wahrnehmbar.“ — Für die granitischen Gänge im Granulit sollte ein ähnliches Verhältniss nicht ebenfalls erforderlich sein?

Es ist auch nicht möglich anzuerkennen, dass die Gänge im Pyroxengranulit und Eklogit der durch die Zersetzung hervorgerufenen Zerklüftung folgen; umgekehrt — von den Gang-

<sup>1)</sup> Geologisches Profil des St. Gotthard; Bern 1880. pag. 90.

<sup>2)</sup> Untersuchungen über Erzgänge, I. Heft. Würzburg 1882. pag. 81.

grenzen aus, wo eine Verschiedenheit der Substanz, eine Verschiedenheit der Aggregations-Verhältnisse vorliegt, hat die Zersetzung des Nebengesteins begonnen.

Und dann! Fehlen denn etwa Klüfte mit starker Zersetzung des Nebengesteins dem Granulite? Keineswegs! In vielen Bahneinschnitten (Steinbrüche vermeiden solche Stellen) sieht man saigere oder wenig geneigte Klüfte den Granulit durchsetzen, Klüfte, deren Nebengestein oft meterweit zu Grus, zu einer schmierigen oder zerbröckelnden Masse mit weissen Hydrosilicaten schwer bestimmbarer Natur zersetzt ist, Klüfte ganz genau denen entsprechend, welche im Gneiss des Erzgebirges überall Anlass zu Schürfarbeiten auf Erze gegeben haben.

Mit diesen Klüften aber sind granitische Gänge nicht verbunden, ein dünnes Quarztrum ist oft das Einzige, was sich beobachten lässt. Also da, wo der Granulit starke Zersetzung zeigt, finden wir keine „Secretionsgänge“, da wo er hart, spröde, klingend ist, ihrer eine grosse Menge! Wie lässt sich das wohl in Einklang bringen?

## 5.

Wenn das Material von Gängen wirklich nachweisbar im Nebengesteine vorhanden ist, so fällt der chemischen Geologie auch noch die Aufgabe anheim, den Transport des Materiales und seine Abscheidung in den Gängen zu erklären. Für die Erzgänge sind wir bisher zu Resultaten gekommen, die in völligem Einklang stehen mit Beobachtung und Experiment. Den Transport und die Abscheidung des Materiales der granitischen Gänge aber auf dieselbe Weise zu erklären, ist ein Ding der Unmöglichkeit. CREDNER ist auf die Erörterung dieser Frage weiter gar nicht eingegangen.

Wenn wir die von ihm pag. 210 zusammengestellte Reihe der in den granitischen Gängen vorkommenden Mineralien überblicken, so finden wir unter ihnen vorwiegend wasserfreie Silicate. Da der Pinit wohl ein Product späterer Zersetzung ist, so kommt nur ein wasserhaltiges Silicat in den Gängen vor, der Chlorit, und dieser auch nur ganz selten, denn er wird pag. 126 ff. unter den wesentlichen Gemengtheilen nicht angeführt, überhaupt aber nur einmal als Saalbänder zusammensetzend erwähnt.

Ausser dem Chlorit sind es nun noch Eisenerze, Quarz, Epidot, Kaliglimmer, welche wir auch sonst von anderen Gebieten als Gangmineralien kennen. Aber unter den „Hun-

derthen von Gängen“, die im Granulitgebiete beobachtet wurden, enthält nur ein einziger Kalkspath und Braunspath, zwei der sonst allergewöhnlichsten gangbildenden Mineralien. Doch auch von den wasserfreien Silicaten giebt es viele, deren Entstehung durch Abscheidung aus wässerigen Lösungen an und für sich nicht in Zweifel gezogen werden kann, und CREDNER führt denn diesen Umstand auch direct an zur Stütze seiner Theorie, pag. 217. Allein es ist dies nicht „von fast sämtlichen Bestandtheilen der granitischen Gänge des sächsischen Granulitgebirges constatirt“, wie CREDNER behauptet, sondern es sind ihrer noch viele darunter, von denen eine derartige Entstehung nicht bekannt ist, wie Perthit, Andalusit, Zirkon, Orthit, arfvedsonitartige Hornblende, Lithionglimmer, also beinahe die Hälfte von allen wasserfreien Silicaten, die in den granitischen Gängen überhaupt vorkommen. Es fragt sich wohl bei manchen der anderen Mineralien noch, ob sie sonst wirklich unter solchen Umständen vorkommen, dass die Möglichkeit einer wässerigen Entstehung derselben als bewiesen gelten kann. Das Beispiel (l. c.) der berühmten Feldspäthe auf den Geröllen des Kohlenconglomerates auf Euba genügt nicht auch für andere Silicate, nicht auch für den Amblygonit, den wir von Lagerstätten anderer Art gar nicht kennen.

Dann ist ferner nicht aus dem Auge zu lassen, dass wasserfreie Silicate hydratogener Herkunft dann auch wieder in Gesellschaft von wasserhaltigen vorkommen. Am St. Gotthard und anderen Central-Massiven der Alpen sehen wir die Adulare u. s. w. auftreten in Gesellschaft von Zeolithen, Kalkspath, Eisenglanz und reichlichem Chlorit; die eben erwähnten Feldspäthe von Euba kommen oft mit Flussspath vergesellschaftet vor. Es ist vom Standpunkte der chemischen Geologie aus ein bedeutender Unterschied, ob Topas, wie am Schneckenstein in Sachsen, in Steinmark eingewachsen vorkommt, oder ob er mit Quarz, Feldspath und Glimmer in körnigem Gefüge erscheint.

Die Wasser, die im Granulit circulirten und lösend auf die Gemengtheile desselben wirkten, sollen ja nach CREDNER's eigenen Angaben keine andere chemische Beschaffenheit gehabt haben, als die, welche einst im Gneiss circulirten, der nun Erzgänge beherbergt. Es war eben auch „Sickerwasser“ (l. c. pag. 218), Kohlensäure- und Sauerstoff-haltiges Wasser, welches als Lösungsmittel auftrat; ausdrücklich erwähnt CREDNER diese Beschaffenheit des Wassers nur einmal zur Erklärung des Vorkommens von Braunspath und Kalkspath. Es muss aber besonders betont werden, dass für die Auslaugung der Gesteine durch hydrochemische Processe nach den Lehren der chemischen Geologie nur Kohlensäure- und Sauerstoff-haltiges

Wasser vorhanden ist. Es ist somit absolut nothwendig eine reine Folge der gegebenen Stoffe und Reagentien, dass wenigstens ein Theil des dem Granulit entführten Materiales als Carbonat im Wasser gelöst war, während ja ein anderer Theil als Silicat in Alkalicarbonaten gelöst sein mochte. In Folge der Einwirkung Kohlensäure-haltigen Wassers aber sehen wir in einer grossen Menge von kalkreichen Silicatgesteinen Trümer von Kalkspath dieselben durchziehen, aber im Pyroxen-Granulit von Schweizerthal mit 11,43 pCt. CaO fehlt in den Gängen jede Spur von Kalkcarbonat.

CREDNER hebt die grosse Aehnlichkeit in Bezug auf chemische und mineralogische Zusammensetzung zwischen Feldspathbasalt und diesem Pyroxen-Granulit besonders hervor; dann bedurfte es aber doch wohl auch einer besonderen Erklärung, warum durch Zersetzung des Feldspathbasaltes Kalkcarbonat, durch Zersetzung des Pyroxen-Granulites durch dieselben Reagentien und unter denselben Umständen Plagioklas gebildet wird. Wenn Kalk und Alkali-Carbonate in Lösung waren, wie sollte wohl die in wässriger Lösung stärkere Affinität der Kohlensäure zu diesen Basen von Kieselsäure so besiegt worden sein, dass auch nicht eine Spur von Carbonaten in den Gängen mehr erhalten blieb?

Und der Sauerstoff des Sickerwassers musste der nicht den Eisenoxydulgehalt der Granulite, sobald er in Lösung ging, in Oxyd überführen? Nimmt doch der Granulit selbst bei der Verwitterung oft einen röthlicheren Farbenton an. Und doch fehlt Eisenoxyd allen granitischen Gängen im Granulit, auch denen im Magnetit-haltigen Pyroxen-Granulit.

Aber supponiren wir einmal die Möglichkeit, dass von Kohlensäure und Sauerstoff freies Wasser im Granulit circuirte, ja begaben wir dasselbe noch mit erhöhter Temperatur. Vermochte denn dieses Wasser aus Perthit den Albitgehalt aufzulösen? Ist es schon Jemandem gelungen, Feldspäthe mit reinem überhitztem Wasser zu behandeln, so dass sie dabei eine Lösung ohne Zersetzung erlitten, so dass dabei Albit gelöst wurde und Orthoklas nicht? Die Antwort darauf ist nein und abermals nein; es ist eine reine Hypothese, die durch keine Beobachtung, keinen Versuch begründet wird, wenn wir eine solche Löslichkeit annehmen.

Selbst wenn wir noch supponiren, dass wirklich eine minimale Menge von Albit sich im Wasser ohne Zersetzung löst, so tritt uns die fernere Schwierigkeit entgegen, die Abscheidung desselben zu erklären. Eine Abscheidung in Folge der Verdampfung des Lösungsmittels, beziehentlich in Folge von Uebersättigung, ja selbst in Folge chemischer Reactionen anzuneh-

men, verbieten uns die räumlichen Verhältnisse der granitischen Gänge. Nach den Angaben CREDNER's haben die Gänge nur sehr beschränkte Grösse, sowohl nach Mächtigkeit, als nach Längenerstreckung; es sind also auch die zu- und abführenden Canäle nicht in besonders grosser Anzahl vorhanden gewesen. Bei den Erzgängen, die wir bei der Lateralsecretions-Theorie erklären, haben wir es doch mit oft vielen tausend Meter langen und oft unbekannt tiefen Spalten zu thun, die sich noch in Klüfte fortsetzen, und zu denen die Wasser auf einer grossen Anzahl von Klüften und Spalten gelangen konnten. Hier bei den granitischen Gängen spielten sich dagegen auf engstem Raume chemische Processe ab, die schöne und grosse Mineralindividuen erzeugten, spielten sich chemische Processe ab, nachdem daselbst absolut identische Lösungen, sich meist auf Capillaren langsam bewegend, zusammengetroffen waren. — Unter solchen Umständen kann wohl von einer Reaction der zusammenkommenden Lösungen auf einander nicht die Rede sein, und um die Abscheidung dennoch zu erläutern, bliebe als einziger Ausweg die Molekular-Attraction übrig.

Die mit Albit bedeckten Kalifeldspäthe der Granite hat schon 1854 OTTO VOLGER in seinen „Studien zur Entwicklungsgeschichte der Mineralien“ zu interpretiren versucht; er nimmt eine Umwandlung des Kalifeldspathes in Natronfeldspath und weitere Zufuhr von Natronfeldspath an. Allen solchen Erwägungen gegenüber muss man die einfache Frage aufwerfen: wenn, wie die mikroskopische Untersuchung gezeigt hat, der Kalifeldspath schon ursprünglich mit Albit verwachsen ist in seinem Innern, warum sollen die auf der Aussenfläche aufsitzenden Albite nicht ebenso ursprünglich mit dem ganzen grossen Feldspath gebildet sein? Die an manchen derartigen Feldspäthen sich zeigende Auslaugung der Albitlamellen weist an und für sich nicht darauf hin, dass die auf den Seitenflächen aufsitzenden Albite in Folge dieser Auslaugung der Albitlamellen entstanden sind!

Die massenhafte Bildung wasserfreier Silicate ohne alle Beimengung wasserhaltiger, ohne Beimengung von Carbonaten und ähnlichen Verbindungen durch hydrochemische Processe ist auch an und für sich nach unseren heutigen Kenntnissen in der chemischen Geologie kaum deutbar; die Erklärung wird eben dadurch sehr erschwert, dass es sich in allen Fällen der granitischen Gänge nicht um die Bildung von einzelnen auf Klüften aufsitzenden Krystallen, sondern um die Bildung von festen Aggregaten handelt. Der Unterschied zwischen einem lockeren Quarz-Feldspath-Incrustat auf Porphyr-

gerollen und einem völlig massiven granitischen Gang ist denn doch ein so bedeutender, dass man nicht so ohne Weiteres darüber hinweggehen kann.

Auch der Unterschied im Vorkommen zwischen dem Kaliglimmer in den granitischen Gängen und dem secundären Kaliglimmer, den DATHE auf den Schichtungsflächen des Granulites erwähnt, ist ein bedeutender. Da die Schichtungsflächen des Granulites auch z. Th. von Orthoklas begrenzt werden und da Kaliglimmer als Pseudomorphose nach Kalifeldspath eine ganz gewöhnliche Erscheinung ist, so haben wir hier vor Allem noch gar keinen Beweis, dass die Hauptbestandtheile des neugebildeten Glimmers auch nur einen Centimeter weit hergekommen seien. Feldspath, Quarz, Turmalin und andere Mineralien finden sich nicht secundär auf Schichtflächen des Granulites.

CREDNER sagt pag. 152 seiner Abhandlung, dass uns „der Bildungsmodus der echt granitisch körnigen Aggregate“ dunkel sei, sei „ebensowenig zu leugnen, wie der Mangel einer klaren Vorstellung von der Entstehungsweise lachtermächtiger, grobkrySTALLINISCHER Baryt- oder Kalkspathgänge“. Allein diese Parallele ist doch wohl nicht ganz begründet. Wir kennen bereits Prozesse, durch welche schwefelsaurer Baryt und kohlen-saurer Kalk so zur Abscheidung gelangen können, dass nur Gase oder sehr leicht lösliche Salze im Wasser übrig bleiben, und wir wissen, dass solche mächtigen Gänge oft ganz langsam gewachsen sind, ohne dass je eine grössere Spalte klatte. Und gleichmässig körnige Aggregate z. B. von Baryt, Bleiglanz und Flussspath, die ihrer Structur nach einem Granite völlig gleichen, hat wohl bisher noch kein Erzganggebiet geliefert.

Es besitzen die granitischen Gänge im Granulit doch so viel Eigenthümliches, dass ihre Entstehung nicht nach denselben Principien, wie die der Erzgänge und mancher anderen Mineralgänge erklärt werden kann; man geräth sonst unfehlbar in Widersprüche, denn ganz gewöhnliche Quarz-, Schwerspath-, Hornstein-, Eisenkiesel-, Antimonglanz-, Bleiglanzgänge setzen ja ebenfalls im sächsischen Granulite auf, ja wenig mächtige Schwerspathgänge sind sogar sehr häufig. Wie wunderbar wäre es, dass aus denselben Stoffen und mit denselben Reagentien und unter denselben Umständen einmal gewöhnliche Erzgänge, Barytgänge, ein ander Mal granitische Gänge ohne jede Spur einer Beimengung von Bleiglanz, Antimonglanz, ja von Schwerspath entstanden sein sollten. Aus dieser Gegenüberstellung ergibt es sich wohl ohne Weiteres, dass bei der Bildung der granitischen Gänge wenigstens noch ein anderes Moment zu-

gegen gewesen sein muss, welches die Abscheidung von Carbonaten, Sulfaten, Sulfiden u. s. w. verhinderte.

## 6.

Wenn sich die Theorie von dem hydrochemischen Ursprung der granitischen Gänge als nicht ausreichend erwiesen hat, so kommt es nun darauf an, eine andere Erklärung dieses Phänomens zu geben, die allen Beobachtungen und Erwägungen besser entspricht. Um zu einem solchen Ziele zu gelangen, muss aber ein zum Theil ganz neuer Weg eingeschlagen werden, denn es ergiebt sich leicht, dass auch die beiden anderen bereits von CREDNER zurückgewiesenen Erklärungen nicht brauchbar sind, wenigstens nicht ohne modificirt zu werden. Die Granitischen Gänge können nicht einfach als eruptiv oder als Absatz aus Thermalwassern gedeutet werden, weil die räumlichen Verhältnisse dem widersprechen würden.

Um die Entstehung der granitischen Gänge im Granulit zu ergründen, wird es vor Allem nöthig sein, der Entstehungsweise des Granulites selbst zu gedenken. Es könnte dies als ein übler Anfang erscheinen, weil diese Entstehung selbst ein ungelöstes Problem ist. Allein für den vorliegenden Fall genügt vorläufig die Erwähnung eines Resultates der Vorgänge bei dieser Entstehung: die Structur der archaischen Gesteine ist eine rein krystallinische, ähnlich der der Eruptivgesteine, ganz verschieden von derjenigen, welche die jüngeren sedimentären Gesteine besitzen. Welcher Art also auch immer die Vorgänge bei der Bildung dieser Massen gewesen sein mögen, das Eine wird von allen Theorien zugegeben, dass chemische Prozesse bei der Bildung im Spiele waren, dass die archaischen Gesteine nicht allein durch eine Anhäufung klastischen Materiales entstanden sind, sondern dass eine Neugruppirung des Stoffes unter Beihülfe chemischer Vorgänge stattgefunden hat.

Nun bestehen die granitischen Gänge im Granulit der Hauptsache nach aus denselben Mineralien, wie der Granulit, unter Ausschluss von solchen Mineralien, die ein abweichendes chemisches Verhalten aufweisen würden; deshalb ist es erlaubt, zunächst die Vermuthung aufzustellen, dass die Gemengtheile der granitischen Gänge durch eben jene chemischen Prozesse geschaffen wurden, welche die krystallinischen Gemengtheile und das Gefüge des Granulites selbst erzeugten, dass also Granulit und granitische Gänge wesentlich gleichaltrig sind. Da die archaischen Gesteine schon während der archaischen Zeit ihre Beschaffenheit annahmen, so sollen die granitischen Gänge auch archaischen Alters sein.

Die geogenetischen Verhältnisse der archaischen Zeit sind noch in so tiefes Dunkel gehüllt, dass wir gewohnt sind, die mannichfachen Prozesse, von denen die dynamische Geologie handelt, meist immer nur auf die sedimentären Formationen abwärts bis zum Cambrium anzuwenden. Höchst selten liest man etwas von Vorgängen, die in die archaische Zeit fielen, abgesehen natürlich von der Bildung der archaischen Gesteine selbst. In starrer Ruhe liegen jetzt die Gneisse und Glimmerschiefer unter den palaeozoischen Formationen, aber, muss man fragen, herrschte eine solche starre Ruhe auch in der archaischen Zeit selbst? wenn die Gneisse u. s. w. nur durch die energische Beihülfe chemischer Vorgänge gebildet werden konnten, waren alle diese Vorgänge und andere nur auf die Bildung der wohlgeschichteten Gesteine selbst gerichtet, oder spielten sich noch andere geodynamische Prozesse ab? Hat z. B. nicht schon zur archaischen Zeit eine gebirgsbildende Contraction der Erdkruste stattgefunden? Diese letztere Frage müssen wir ohne Zweifel bejahen. Wir leiten die Contraction der Erdkruste von der Abkühlung derselben her; diese muss aber in der archaischen Zeit viel rascher von Statten gegangen sein, es muss also auch eine Faltung, Pressung, Dislocation der älteren archaischen Schichten bereits zur jüngeren archaischen Zeit stattgefunden haben. Bei einer solchen Lagenveränderung pflegen sich Spalten zu bilden, und es tritt nun die weitere Frage an uns heran: auf welche Weise wurden solche in der archaischen Zeit entstandene Spalten noch in jener Zeit ausgefüllt?

Nun kennen wir die chemischen Vorgänge zur archaischen Zeit nicht, wir wissen nicht, ob z. B. das Wasser damals eine grössere Lösungsfähigkeit hatte. Aber Eins können wir sagen: wenn in jener Zeit die Möglichkeit der Bildung der rein kristallinen Gneisse aus Quarz und wasserfreien Silicaten vorhanden war, so wird auch die Bildung von Gangausfüllungen möglich gewesen sein, die nur diese Mineralien enthielten, die nicht auch Carbonate und Sulfate und wasserhaltige Silicate als Bestandtheile aufzunehmen brauchten.

Diese Auffassung der granitischen Gänge im Granulit liesse dieselben demnach als nach den Grundsätzen der Congenerationstheorie entstanden betrachten; dieselben wären „Primärtrümmer“ oder „Ausscheidungstrümmer“. Es kann zugegeben werden, dass hiermit eine Erklärung des Phänomens eigentlich noch gar nicht geliefert wird; vielmehr ist nur die Entstehung der granitischen Gänge in dasselbe Dunkel zurückgestossen worden, welches die Entstehung des Granulites selbst umgiebt. Allein wir haben damit der Lateralsecretionstheorie gegenüber

immer noch gewonnen, denn es dürfte doch wohl besser sein, eine zur Zeit noch unmögliche Erklärung der zukünftigen Forschung zuzuschieben, als eine Erklärung zu geben, die uns in unlösliche Widersprüche verwickelt.

Eine enge Verknüpfung der granitischen Gänge mit dem Granulit in Bezug auf die Zeit der Entstehung, ergibt sich noch aus folgendem Verhältniss. Der Häufigkeit der Gänge im Granulit gegenüber musste das fast völlige Fehlen derselben im sogen. Schiefermantel des Granulitgebietes auffallen; es existiren doch Quarzgänge und andere Gänge hydrochemischer Entstehung in demselben, warum nicht auch „granitische“. Es hat den Anschein, als seien diese letzteren im Glimmerschiefer, Fruchtschiefer u. s. w. ersetzt durch Knauern und linsenförmige Massen hauptsächlich von Quarz und Feldspath. Hierauf werden wir namentlich noch durch das Auftreten von Turmalin und anderen Mineralien geführt, die sich nicht auch als Gemengtheile im Granulit finden; denn in solchen Quarz-Feldspathlinsen pflegen auch Turmalin u. s. w. sich einzustellen, die der Hauptmasse des schiefrigen Gesteines fehlen. Wenn nun dies auch im sächsischen Granulitgebiet weniger der Fall ist, so finden sich doch derartige Verhältnisse in anderen Gegenden, die immerhin zum Vergleich herangezogen werden können. So wurde in den Gneissen des Eulengebirges „auch nicht ein Säulchen von Turmalin gefunden, obwohl dieses Mineral in grobkörnigen Nestern nicht gerade selten ist“. <sup>1)</sup> Man möchte behaupten, dass in dem eben geschichteten Granulit leichter Spalten aufrissen und ausgefüllt wurden, als dass sich grobkrySTALLINISCHE Knauern ausschieden. Beide Phänomene mögen wohl einander äquivalent sein, wie aber die Anhäufung des Materiales vor sich gegangen ist, ist bei beiden gleich schwer zu entscheiden. Dass solche Quarz- oder Quarz-Feldspathlinsen ausser concordant eingelagert auch die Schichten durchsetzend vorkommen, habe ich bereits für den Gneiss wie für den Glimmerschiefer nachgewiesen. <sup>2)</sup>

## 7.

Nach dem Durchlesen der Abhandlung CREDNER'S über die granitischen Gänge des sächsischen Granulitgebirges, die in jeder Zeile die eigene, feste Ueberzeugung des Verfassers erkennen lässt, wird wohl mancher Geologe sich gefragt haben, warum die Gänge, da dieselben doch ihrer Entstehung nach mit dem Granit eben gar nichts zu thun haben sollen, nicht

<sup>1)</sup> E. K., Gneissformation des Eulengebirges pag. 30.

<sup>2)</sup> Ibid. pag. 23 und Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1876. pag. 712.

lieber etwa als „Mineralgänge“ bezeichnet wurden. Wenn diese Gänge aus denselben Mineralien bestehen, wie der Granit, so ist das doch kein Grund, um sie durch die Benennung in so enge Beziehung zum Granit zu bringen. Gneiss besteht ja auch aus denselben Gemengtheilen, wie der Granit, aber er hat eine andere Structur und wohl eine andere Entstehung. So hätten denn doch auch diese Gänge vom Standpunkte der Lateralsecretionstheorie schon durch die Benennung vom eruptiven Granit gesondert werden müssen, und wenn dies dennoch nicht geschehen ist, so wird wohl bisweilen die Masse dieser Gänge einem wahren Granit in allen Stücken so ähnlich gewesen sein, dass sich die Bezeichnung „granitisch“, mit wenigstens einem Anklang an „Granit“, gleichsam mit Gewalt aufdrängte. Und es ist in der That nicht nur bisweilen, sondern sogar sehr oft wirklich ein echter Granit, was uns in den Gängen entgegentritt, eine Masse, die von einem eruptiven Granit durchaus nicht zu unterscheiden ist.

Nun setzen im Granulitgebiete neben den „granitischen“ Gängen auch „Granit“-Gänge in grosser Anzahl auf; die letzteren wurden als eruptiv gedeutet, sie gehören alle demselben Typus an und sollen im Folgenden kurz als „Mittweidaer“ Granit zusammengefasst werden. Das Zusammenvorkommen von Gängen, die einen sehr ähnlichen mineralischen Bestand aufweisen, aber eine verschiedene Entstehung besitzen sollen, erweckt den Wunsch, über das Verhältniss derselben zu einander etwas zu erfahren. CREDNER hat sich auf die Erörterung dieser Frage nicht eingelassen, so dass hier neue Beobachtungen nöthig sind, wobei wir den Unterschied zwischen „granitischen“ und „Granit“-Gängen nicht aus den Augen lassen wollen.

Zunächst muss betont werden, dass es unter den granitischen Gängen auch solche giebt, welche die rein massig-granitische Structur aufweisen. CREDNER beschreibt an mehreren Stellen, wie ein derartiges Gefüge in Combination mit anderen Structurformen erscheint: mächtige Gänge haben bisweilen Randzonen von echtem „Granit“, wie sich CREDNER selbst ausdrückt, oder Granitstreifen treten mehr nach der Mitte zu in ihnen auf. Von der rein massig-granitischen Structur sagt CREDNER pag. 131: „Die massige, für echte Granitgänge so charakteristische Structur findet sich rein, also ohne wenigstens mit Andeutungen einer der übrigen genannten Aggregationsformen combinirt zu sein, an den in das Gebiet unserer Beobachtungen fallenden granitischen Gangbildungen nur selten.“ Ich muss nach meinen Beobachtungen dieser Behauptung CREDNER's auf das Entschiedenste widersprechen.

Wenn man zu den „Granit“-Gängen diejenigen rechnet, welche überall rein granitisches Korn aufweisen und dabei sich weithin verfolgen lassen, dann giebt es auch eine sehr grosse Menge von „granitischen“ Gängen mit rein massig-granitischem Korn, welche eine nur sehr kurze Erstreckung besitzen, in ihren Form- und Raumverhältnissen ganz den granitischen Gängen mit seitlich-symmetrischem Bau gleichen. Es ist eben diese beschränkte Grösse allein, welche diese Gänge von den „Granit“-Gängen unterscheiden lässt; sie haben sonst grobes, mittleres oder feines Korn, und die ganze Masse gleicht in Allem einem echten Granit. CREDNER hat in seiner Beschreibung die anderen Structurformen so sehr hervorgehoben, dass der Leser glauben muss, sie seien die weitaus häufigsten, während sie im Gegentheil selten sind. Wenn man die rein granitisch körnigen Gänge mit denjenigen zusammenfasst, die nur eine geringe Abweichung von dieser Structur zeigen, wie z. B. die Anhäufung des Turmalins in der Mitte oder am Rande, so findet sich auf 20 solcher Gänge immer erst einer, der stengelige oder symmetrisch-lagenförmige Structur besitzt.

Ausser den mächtigeren granitischen Gängen giebt es auch eine Unzahl sehr schmaler, die an manchen Stellen den Granulit wie ein dichtes Netzwerk durchziehen; ihre Mächtigkeit beträgt etwa 2 cm bis herab zu 1 mm. Solche schmalen Gänge zeigen meist späthige Structur (mancher nur 1 mm mächtige Gang lässt noch deutliche Randzonen aus Quarz und eine Mittelzone aus rothem Orthoklas erkennen) und haben meist einen gekrümmten, geschweiften Verlauf. Doch giebt es auch nur 1 cm mächtige Gänge, die schnurgerade 3—4 m anhalten und dabei rein massig granitisches Korn besitzen. Diese letzteren machen uns auf die allgemeinere Gesetzmässigkeit aufmerksam, dass, je ebenere, geradere Grenzflächen die Gänge haben, und je mächtiger sie sind, sie um so reiner granitisches Korn besitzen. Neben den von parallelen Flächen begrenzten Gängen giebt es auch häufig „wellig-zackig gewundene Schmitze“; diese letzteren haben wohl immer eine späthige Structur.

Zwischen den Gängen mit rein granitischer Structur und denen mit späthiger Structur giebt es ganz allmähliche Uebergänge; beweisend sind dafür namentlich noch diejenigen Gänge, welche auf grosse Entfernung rein granitisch körnige Structur haben, dann aber vielleicht auf 1 m Erstreckung späthige Randzonen zeigen. Es giebt „granitische“ Gänge von rein massig granitischem Korn von 1 cm Mächtigkeit, von 10, 20, 30, 50 cm Mächtigkeit, von 1 m, von 3, von 10 m Mächtigkeit . . . . ja, sind denn aber die letzteren noch „granitische“

Gänge oder müssen dieselben als „Granit“-Gänge, als Gänge von eruptivem Granit aufgefasst werden?

Wenn man fragt, wie sich der Mittweidaer Granit von demjenigen Granit unterscheidet, der nach der Form der Gänge als einen granitischen Gang bildend angesehen werden muss, so wird man auch nicht ein einziges charakteristisches Merkmal finden, an das man sich halten könnte. Der Mittweidaer Granit durchsetzt auch den Granulit, er schliesst auch Bruchstücke ein, er besteht auch aus Quarz, Feldspäthen und Glimmer, er enthält auch Flüssigkeitseinschlüsse (cfr. CREDNER l. c. pag. 178 u. 217) — alles ganz wie die granitischen Gänge. Wo liegt denn die Grenze zwischen eruptivem Granit und dem Granit der „granitischen“ Gänge? Nun, wenn keine Grenze zu erkennen ist, dann giebt es wohl auch keine; wenn der Mittweidaer Granit und die granitischen Gänge mit seitlich-symmetrischer Structur durch allmähliche Uebergänge mit einander verbunden sind, dann müssen wir sie auch als zusammengehörig betrachten.

Es ist hier der Ort, um noch einer anderen Erscheinung zu gedenken, welche die granitischen Gänge mit dem Mittweidaer Granit verbindet. In diesem kommen nämlich auch Gebilde vor, welche man ihrer Form nach als Gänge, ihrem Bestande nach als „granitische“ Gänge bezeichnen müsste. In dem grossen Granitbruch südlich von Waldheim z. B. finden sich solche Gänge ziemlich häufig; hier sehen wir an einem Schnitt quer durch Granit und Gang Folgendes. Der ziemlich feinkörnige, röthliche Granit verliert plötzlich allen (schwarzen) Glimmer; die Grenze zwischen dem Granit und dem blassröthlichen Gemenge von Quarz und Feldspath ist zwar scharf, aber beide Massen bilden doch nur ein Ganzes, nichts als ein plötzliches Fehlen des Glimmers bedingt die Verschiedenheit. Auf die erste, äussere, hellere Zone des Ganges folgt eine zweite, ebenso zusammengesetzte, aber ein wenig grobkörnigere Zone, und in der Mitte des Ganges schliesslich ein noch gröber körniges Gemenge von Quarz und Orthoklas mit Aggregaten von weissem Glimmer und von schwarzem Turmalin. Es stecken also im Granit Gänge mit seitlich-symmetrischem Bau und einer Mittelzone, die aber nichts Fremdes sind, sondern trotz ihrer abweichenden Zusammensetzung nur eine locale Modification des Granites selbst.

Diese so eben beschriebenen Gänge sind vollkommen gleichwerthig mit den oben aus dem Granit von Cham erwähnten und können wie diese letzteren nicht für secundäre Gebilde gehalten werden. In den „granitischen“ Gängen erscheinen Zonen mit rein massig granitischem Korn, im Granit Partien mit seitlich-symmetrischem Bau — beide Massen

stehen durch dieses Wechselverhältniss mit einander in Verbindung.

Unter Berücksichtigung aller thatsächlichen Verhältnisse ergibt es sich, dass kein Grund vorliegt, die „granitischen“ Gänge und die „Granit“-Gänge von einander zu trennen; wir müssen eine Unterscheidung auf genetischer Grundlage fallen lassen: die sogen. granitischen Gänge sind nichts als eine Modification der Structur und zum Theil der Zusammensetzung nach von dem Mittweidaer Granit, und sie müssen mithin auch auf dieselbe Weise entstanden sein, wie letzterer.

## 8.

In dem sächsischen Granulitgebiet sind mit den geschichteten Gebirgsgliedern auch eine sehr grosse Menge von Granitvorkommnissen verbunden, welche wegen ihrer Lagerungsform als eruptiv aufgefasst werden müssen. Die Granulite selbst sind so wohlgeschichtet, dass es keinem Zweifel unterliegen kann, dass wir in denselben sedimentäre Gebilde vor uns haben. Zwischen sedimentären und eruptiven Gesteinen herrscht nach der jetzt allgemeinsten Auffassung ein solches Verhältniss, dass zwar die ersteren von den letzteren abstammen können, aber nicht umgekehrt die eruptiven Gesteine von den sedimentären. Auch gilt es als ein Axiom, dass Eruptivgesteine keine Beziehungen zu den von ihnen durchbrochenen Massen aufweisen. Bei dem Granit im sächsischen Granulitgebiet will es jedoch scheinen, als ob eine derartige Relation vorhanden sei, denn wenn oben die „granitischen“ Gänge als zum „Mittweidaer“ Granit gehörig sich erwiesen, so zeigt sich ja bei denselben eine solche Beziehung; sie sind ihrer Zusammensetzung nach abhängig vom Nebengestein. Es soll deshalb der Versuch gewagt werden, etwaigen Beziehungen des Mittweidaer Granites zum Granulit nachzuspüren.

Wenn man die Grenze zwischen Granulit und Granit bei Gängen oder an eingeschlossenen Bruchstücken genau betrachtet, so wird man fast stets finden, dass beide Massen sehr innig an einander haften, so innig, dass die beiden verschiedenen Gesteine beim Zerschlagen sich nicht von einander trennen, da keine Discontinuität zwischen ihnen existirt. Untersucht man solche Stellen unter dem Mikroskop, so zeigt sich, dass die an der oft haarscharfen Grenze liegenden Quarze, Feldspäthe und Glimmer gleichsam sowohl dem Granit wie dem Granulit angehören. Von diesen Individuen auf der Grenznaht gelangt man nach der einen Seite unmittelbar in Granit in gleicher Weise, wie nach der anderen in Granulit. Dieser

Uebergang, wenn man so sagen darf, ist namentlich bei den Glimmergranuliten deutlich zu beobachten. Wo in solchen Varietäten glimmerarme Lagen von einem Granitgang durchschnitten werden, da scheint der Granit auch makroskopisch in diese Lage überzugehen.

Auch da, wo der Granit als Lagergang zwischen den Granulitschichten steckt, sind beide Gesteine sehr eng mit einander verbunden: sonst hätte wohl FALLOU auch nicht von einem hier vorhandenen Uebergang von Granit in Granulit gesprochen (cfr. DATHE, Erläuterungen zu Section Waldheim pag. 49). Es ist ferner daran zu erinnern, dass bei Berbersdorf auf Section Waldheim eine Granitpartie auftritt, „deren geologischer Deutung sich in mehrfacher Hinsicht grosse Schwierigkeiten entgegenstellen, so dass einzelne Punkte noch bis heute nicht ganz aufgeklärt sind“ (ibid. pag. 92). An einigen Stellen scheint nämlich dieser Granit ein Lagergranit zu sein: eine solche Deutung wird aber doch nur dadurch überhaupt erst möglich, dass der Granit mit den dort vorkommenden „Schieferschollen“ so innig verwachsen ist, dass man einen Uebergang vermuthen möchte.

Eine sehr innige Verbindung zwischen granitischen Gängen und Granulit wird bereits von CREDEXER erwähnt; er schreibt l. c. pag. 123: „Oft freilich sind auch die Mineralindividuen der Gangmasse unmittelbar auf denen des Nebengesteins so fest angewachsen, dass die Ganggrenze durch nicht die geringste Discontinuität, sondern ausschliesslich durch plötzlichen Wechsel der Structur und Farbe bezeichnet wird.“ Wenn in anderen Fällen „chloritisch-glimmerige Salbänder“ die beiden Massen von einander trennen, so können wir dies für eine secundäre Erscheinung halten.

Die innige Verwachsung von Granit und Granulit scheint wieder darauf hinzuweisen, dass beide relativ gleichzeitig entstanden sind.

Da viele Granulite von dem normalen Typus insofern abweichen, dass sie keinen Granat, dagegen dunkelen Glimmer enthalten, so stimmen dieselben ihrem mineralischen Bestande nach sehr mit dem Granit überein, und die flüchtigste Vergleichung der Zahlen der Analysen von Mittweidaer Granit und Granulit zeigt, dass diese beiden Gesteine auch chemisch einander sehr ähnlich sind. Diese Aehnlichkeit steigert sich theoretisch bis zur Gleichheit durch folgende Betrachtung.

Vier von LEMBERG analysirte Granite von Waldheim und Mittweida wiesen folgende Zusammensetzung auf:

H <sub>2</sub> O	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	MgO
0,94	73,00	15,04	1,74	0,73	5,23	3,49	0,41
1,06	76,12	13,42	1,28	0,34	4,89	3,10	0,19
0,96	68,17	16,34	2,32	0,89	6,66	3,41	0,55
0,96	72,20	14,14	2,15	0,67	5,97	2,98	0,22

Das Mittel davon ist:

0,85	72,37	14,73	1,87	0,66	5,19	3,24	0,34
------	-------	-------	------	------	------	------	------

Nach DATHE (l. c. pag. 6) hat der normale Granulit folgende Zusammensetzung: SiO<sub>2</sub> 74,50, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 10,70, FeO<sub>3</sub> und FeO 5,60, CaO 2,20, K<sub>2</sub>O 4,00, Na<sub>2</sub>O 2,50; da der Summe an 100 noch 0,50 fehlen, so ist dieses halbe Procent wohl als MgO anzurechnen.

Die Granitanalysen zeigen so schwankende Werthe, dass in chemischer Hinsicht der Unterschied zwischen Granit und Granulit nicht sehr bedeutend ist. Namentlich sind im Granulit Eisen und Kalk reichlicher, Thonerde dagegen spärlicher vorhanden. Nun ist aber der Glimmer-Granulit, von dem Analysen nicht vorliegen, ärmer an Granat als der normale, so dass die Zusammensetzung desselben sich der des Mittweidaer Granites noch mehr nähern wird. Die Glimmer-Granulite haben aber eine weite Verbreitung, so dass, wenn wir die tiefsten Granulite mit allen ihren Abarten durcheinander gemischt dächten zu einem einzigen Gestein, diese Masse dann dieselbe Zusammensetzung haben würde, wie das Mittel der Analysen vom Mittweidaer Granit. Die dem untersten Horizonte eingelagerten basischeren Gesteine sind quantitativ so spärlich, dass sie das Resultat nicht zu ändern vermöchten.

Die summarische chemische Identität zwischen Granit und Granulit, und ihre enge Verwachsung im Contact führen uns zu der Frage, ob in der archaischen Zeit Vorgänge möglich waren, durch welche aus Granulit Granit entstehen konnte.

CREDNER, DATHE und LEHMANN haben darauf hingewiesen, dass die granitischen Gänge namentlich dort zahlreich auftreten, wo starke Schichtenstörungen vorhanden sind; dasselbe gilt aber auch vom Mittweidaer Granit. Um nur eins zu erwähnen, so finden sich Krümmungen der Schichten sowohl neben den „granitischen“ wie neben den „Granit“-Gängen, und es ist dies wiederum ein Punkt, in dem die beiden structurell von einander verschiedenen Arten von Granit ihre Verwandtschaft bekunden: in beiden Fällen ist die Krümmung ohne Bruch vor sich gegangen. Eine derartige Krümmung und Faltung der Schichten ist nun meiner Ansicht nach nur möglich,

wenn die Schichten aus plastischem Material bestehen oder leicht einen Grad von Plasticität erlangen können. LEHMANN hat in einer vorläufigen Mittheilung <sup>1)</sup> in Bezug auf die Faltung der Granulite sich zu Gunsten einer allmählichen Umformung völlig starrer Gesteine durch lang anhaltenden Druck ausgesprochen. Da das augenblicklich auf der Tagesordnung stehende Problem der Faltung der Gesteine noch nicht gelöst ist, ich aber hier hauptsächlich nur meine eigene Auffassung mittheile, so kann ich nur anführen, dass meiner Anschauung nach eine bruchlose Faltung der archaischen Schichten nur in der archaischen Zeit möglich war. Wie eine Faltung der Schichten zu Stande kam, und wie sich gleichzeitig damit die Granite bildeten, dafür will ich versuchen in Folgendem mit wenig Worten eine Hypothese aufzustellen, welche im Stande ist, alle an den granitischen Massen gemachten Beobachtungen zu erklären. Der leichteren Darstellung wegen wähle ich eine sehr positive Ausdrucksweise, mir wohl bewusst, dass ein völlig exacter Beweis zur Zeit nicht möglich ist.

---

Die Granulite mit ihren mannichfachen Einlagerungen sind das Product einer Sedimentation klastischen Materiales. Unter dem Einfluss der damals hohen Temperatur der Erdkruste und der Meere nahm dasselbe eine krystallinische Structur an; dieser Bildungsakt hat sehr lange gedauert, und in dieser Zeit ging eine vielfache Umlagerung der Moleküle vor sich.

Gegen das Ende der Zeit der Granulitbildung, als derselbe bereits völlig krystallinisch und starr geworden war, aber noch immer eine sehr hohe Temperatur besass, fand eine Contraction der Erdkruste statt. Die vorher eben abgelagerten Granulitschichten wölbten sich zu einer flachen Kuppel empor. In der Mittellinie der Wölbung, da wo die Schwerkraft am stärksten wirken musste, fand auch eine Zerstückelung der Schichten statt, und als die einzelnen Stücke derselben durch die fortdauernde Contraction an einander gepresst wurden, setzte sich an den Spaltfugen, wo die einzelnen starren Theile an einander stiessen, die mechanische Bewegung in Wärme um; eine geringe Entwicklung von Wärme genügte, um local eine Verflüssigung des an und für sich noch warmen Materiales zu bewirken. Wie jetzt im gepressten Gebirge „Quetschlossen“ <sup>2)</sup> und mit Schutt erfüllte Klüfte entstehen, so bildeten

---

<sup>1)</sup> Sitzungsbericht vom 4. Aug. 1879 der Niederrh. Ges. f. Natur- u. Heilkunde zu Bonn. Mit den von LEHMANN hier gegebenen theoretischen Darstellungen stimme ich bis auf wenige Ausnahmen nicht überein.

<sup>2)</sup> Cfr. STAPFF, l. c. pag. 38.

sich in der archaischen Zeit granitische Gänge aus; kein Wunder also, wenn jedes Gestein seine eigene Art von granitischen Gängen besitzt.

Waren diese Quetschlossen von beschränkter Ausdehnung, so dass sie rings von starrem Gestein umgeben waren, dann erfolgte durch eine langsame Ableitung der Lösungswärme eine langsame Krystallisation; es entstanden die späthigen granitischen Gänge. Das Nebengestein war aber auch etwas erwärmt worden und unter dem Einfluss dieser lösenden Wärme war eine Faltung ohne Bruch möglich. Dass nun noch eine Wanderung von Molekülen zu den Quetschlossen hin stattgefunden hat, so dass diese archaischen Quetschlossen zugleich Ausscheidungstrümer darstellen, ist für viele Fälle nicht unwahrscheinlich; manche von den Gängen mögen auch reine Ausscheidungstrümer sein, so vielleicht namentlich die Pegmatite. Für die Entstehung der den granitischen Gängen eigenthümlichen selteneren Mineralien war eine Herbeiwanderung von Molekülen nicht immer nöthig; auch seltenere Elemente, welche wir sonst in den Silicaten nicht suchten, sind ja jetzt in weiter Verbreitung in den gewöhnlichsten Mineralien nachgewiesen worden, und bei langsamer Krystallisation konnten sich auch die Bestandtheile der selteneren Gemengtheile der granitischen Gänge zusammenfinden.

In Quetschlossen, in denen in Folge der räumlichen Verhältnisse die Masse bei der Pressung auch noch in Bewegung gerieth, erstarrte sie schneller zu massig körnigem Granit. Wenn ein ebenes Schichtensystem zu einer Wölbung gefaltet wird, so erleiden die unteren Theile eine Zusammenpressung, die oberen eine Dilatation; unten wird die Masse verflüssigt, oben entstehen Spalten, in welche dieselbe eindringen kann. So ist also der Mittweidaer Granit ein verflüssigter, in Bewegung gerathener Granulit.

Da in dem Schiefermantel des Granulitgebietes Lagergranite stecken von einer dem Mittweidaer Granit überraschend ähnlichen Beschaffenheit, so betrachte ich dieselben, für diesen Fall in Uebereinstimmung mit den theoretischen Ansichten von TÖRNEBOHM<sup>1)</sup>, als Ströme von Granit, die einstmals mit den mächtigen Gängen von Mittweidaer Granit zusammenhingen: hiermit ist dann auch zugleich die Zeit bestimmt, in welcher die eben geschilderten Vorgänge stattfanden.

<sup>1)</sup> Allmänna upplysningar rörande geol. öfversigtskarta öfver mellersta Sveriges bergslag, Stockholm 1880, und Några ord om granit och gneis, Geol. Fören. i Stockh. Förhandl. 1880. Bd. V. No. 5.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1881

Band/Volume: [33](#)

Autor(en)/Author(s): Kalkowsky Ernst Louis

Artikel/Article: [Ueber den Ursprung der granitischen Gänge im Granulit in Sachsen. 629-653](#)