

Über die  
**wesentlichen Unterschiede zwischen diskordanten und  
konkordanten Granitstöcken und zwischen Kontakt-  
und Regional-Metamorphose der Granite**

von

**R. Lepsius**

Sonderabdruck aus: »Geologische Rundschau«, Band III, Heft 1



**Leipzig**

**Wilhelm Engelmann**

1912

## I. Aufsätze und Mitteilungen.

---

### Über die wesentlichen Unterschiede zwischen diskordanten und konkordanten Granitstöcken und zwischen Contact- und Regional-Metamorphose der Granite.

Von **Richard Lepsius** (Darmstadt).

Ich habe im zweiten Teil meiner Geologie von Deutschland die Unterschiede hervorgehoben, welche zwischen einem konkordant unter dem Schiefermantel lagernden Granitlakkolithen und einem diskordant durch die Schieferhülle durchgreifenden Granitstöcke bestehen<sup>1)</sup>. Ich will hier weitere prinzipielle Unterschiede hervorheben und versuchen, dieselben auf ihre wesentlichen Ursachen zurückzuführen.

Um einen charakteristischen Ausdruck für die beiden verschiedenartigen und verschiedenalterigen Granite zu gewinnen, will ich die jüngeren, durchgreifenden Granitstöcke kurz die diskordanten und die älteren, parallel dem Schiefermantel unterlagernden Granitstöcke die konkordanten nennen. Die letzteren sind die Gneisgranit-Lakkolithe; die ersteren die massigen Granitlakkolithe ohne eine parallele Flaserung ihrer Masse und ohne eine konkordante Lagerung unter den von ihnen diskordant durchsetzten Schiefen. Die Gneis-Granitstöcke sind nicht in dem gleichen Sinne intrusiv, wie die diskordanten Granitstöcke.

Die konkordanten Granite verhalten sich ihrer Lagerung nach passiver gegen die auflagernden Schiefer als die diskordanten Granite: diese sind viel stärker intrusiv als jene, in welche die Schiefer einblättern. Diese Einblättern, durch welche die Gneis-Granite erzeugt wurden, erkläre ich mir so, dass die spezifisch schwereren Schiefer eben durch ihre Schwere in das unterlagernde heisse, spezifisch leichtere Magma des Erdinnern in der grösseren Tiefe der Erdkruste

---

<sup>1)</sup> Durch die beiden schematischen Profile (II. Bd. S. 106, Leipzig 1903) wollte ich veranschaulichen, was ich im Texte begründete. — C. GÄBERT (Die geologischen Verhältnisse des Erzgebirges. Leipzig 1911) hat meine Ausführungen über die Gneiskuppeln des Erzgebirges bestätigt; er hat sein schematisches Profil S. 16 nach meinem Profil (II. S. 106) gezeichnet.

einsanken und dort zum Teil vom Magma umgeschmolzen, zum Teil metamorph umkristallisiert wurden.

Wesentlich verschieden sind die Metamorphosen der Schiefer in den Kontakten beider Granite. Die Umwandlung im Kontakt mit den diskordanten Granitstöcken ergibt die stets bei allen solchen Lakkolithen wiederkehrenden Zonen: zunächst an den Granitgrenzen die Hornfelse (Biotit-, Andalusit-, Kordierit-, Kalksilikat-Hornfelse), die am stärksten umkristallisierten Schiefer, der innere Kontakthof, in dem sogar zum Teil die Schieferung undeutlich geworden ist; mit reichlicher Um- und Neubildung der Mineralteilchen des Schiefers, ohne dass wesentliche Mineralien des Granites, z. B. Feldspäte in die Schiefer eingedrungen wären. Analysen der unveränderten und der veränderten Schiefer haben immer wieder die chemische Identität beider Schiefer ein und desselben geologischen Horizontes nachgewiesen<sup>1)</sup>, etwa nur mit Ausnahme eines im Kontakthofe verminderten Wassergehaltes. Die neu hinzukommenden pneumatolytischen Mineralien mit Bor- und Fluor-Gehalt (Topas, Turmalin, Flussspat u. a.) sowie die ebenfalls neu auftretenden Erze (Zinnstein, Zinkblende, Bleiglanz u. a.) dringen nur wenig in die Schiefermasse selbst ein, erfüllen vielmehr gerade wie die Granitapophysen die Klüfte und Spalten im Schiefermantel.

Die innere Kontaktzone der Hornfelse geht allmählich, entsprechend der in grösserer Entfernung vom Granitstock abnehmenden Wärme der überhitzten Wasser, welche unter Druck und Hitze die Lösung und Umkristallisierung der Mineralteilchen in den Schiefern bewirken, über in die äussere Zone der phyllitischen Chistolith-, Knoten-, Frucht- oder Fleckschiefer, welche nach aussen allmählich in die unveränderten Tonschiefer übergehen.

Die Breite der Kontakthöfe richtet sich nach der Grösse der intrudierenden Granitstöcke; kleine Stöcke, z. B. der Gabbro- (Essexit-) Stock vom Sölvberget bei Kristiania<sup>2)</sup> erzeugte eine Kontaktzone von höchstens einigen hundert Metern; die grossen Granit- und Syenitlakkolithe des Kristiania-Gebietes dagegen stellenweise von weit mehr als zweitausend Metern — wesentlich durch das flache Einfallen der Lakkolithe, welches die Regel ist. Auch im sächsischen Erzgebirge erscheint oft eine Breite der Kontakthöfe von 1000 bis 2000 Metern, weil die Oberflächen der Lakkolithe flach einfallen. Die normale Wirkung dürfte selbst bei grossen diskordanten Granitlakkolithen immer nur einige hundert Meter weit reichen.

Die konkordanten Granitstöcke dagegen erzeugen eine ganz andersgeartete Metamorphose im auflagernden Schiefermantel.

<sup>1)</sup> Vergl. z. B. die Analysen S. 23 in V. M. GOLDSCHMIDT. Die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet. Kristiania 1911.

<sup>2)</sup> V. M. GOLDSCHMIDT, a. a. O. S. 21: „Die grösste Ausdehnung dieser Essexitmasse beträgt nur etwas über einen Kilometer, die Kontaktwirkungen sind aber ungemein kräftig, wenn auch die Breite der Kontaktzone gering ist.“

Zunächst über dem inneren massigen Kern der Granitlakkolithe ist durch die Einblätterung der Schiefer in das Granitmagma die eigentümliche innige Verbindung von Glimmerschiefer und Granit entstanden, welche wir „Gneisgranit“ nennen und welche früher einfach als „Gneis“ bezeichnet wurde, also z. B. die grauen und roten Gneise des sächsischen Erzgebirges. Die Metamorphose der eingeblätterten Schiefer besteht zum Teil in einer vollständigen Einschmelzung der Schiefermaterie im Magma und Auskristallisierung in die wesentlichen Bestandteile des Granites, also in Feldspat, Glimmer und Quarz; je nach der Zusammensetzung der ursprünglichen Schiefer auch in Hornblende. Zum anderen Teil werden besonders die dickeren Schieferlagen, durch überhitztes Wasser umkristallisiert in echte Glimmerschiefer. Diese erste Zone, der „Gneis“, geht allmählich durch die Gneisglimmerschiefer über in die zweite Zone der Glimmerschiefer, in denen der makroskopische Gehalt an Feldspat nach aussen hin immer mehr abnimmt; mikroskopisch enthalten auch die dünnstschiefriqsten Glimmerschiefer in der Regel mehr oder weniger Feldspat neben dem Glimmer und Quarz, wie ich für die Glimmerschiefer aus den Alpi Apuane bei Carrara und für die Glimmerschiefer aus Griechenland nachgewiesen habe<sup>1)</sup>. Ausserdem führen die Glimmerschiefer bekanntlich eine grösse Menge von charakteristischen metamorphen Mineralien, wie Granaten, Amphibole (auch Glaukophan), Turmalin, Andalusit, Sillimanit, Disthen, Staurolith, Cordierit, Zoisit, Magneteisen und viele andere.

Durch abnehmende Grösse ihrer Mineralteile gehen die echten Glimmerschiefer ganz allmählich über in die Phyllite der dritten äussersten Zone im Schiefermantel der konkordanten Granitkuppeln. In den Phylliten sind die Glimmerblättchen klein bis sehr klein: es sind Muscovite (Sericite), Biotite und Chlorite; selten erscheinen die etwas grösseren Augen von Ottrelith. Daneben sind die Feldspäte und Quarze sowie die meisten akzessorischen Mineralien immer nur mikroskopisch klein, so die Turmaline, Rutil, Andalusite, Amphibole, Magneteisen und Eisenglanz, Mineralien, welche in den Phylliten zum grössten Teil auf wässerigem Wege bei Druck und Wärme metamorph neu gebildet sind durch den Einfluss der vom Granitlakkolithen in den Schiefermantel auströmenden Wärmeenergien.

Während wir oben die Dimensionen der Kontakthöfe bei den diskordanten Granitstöcken normal auf einige hundert Meterangaben, verbreitet sich die metamorphe Einwirkung der konkordanten Granitlakkolithe auf viel grössere Entfernungen; die wirkliche Mächtigkeit der Glimmerschiefer- und Phyllit-Zonen über einem Granitmassive

<sup>1)</sup> Geologie von Attika. Ein Beitrag zur Lehre vom Metamorphismus der Gesteine. Mit 9 geologischen Karten, 8 Tafeln und 29 Profilen. Berlin 1893. — In diesem Werke habe ich zuerst das Gesetz der metamorphen Umkristallisierung der Mineralien aufgestellt, welches FR. BECKE (Wien) später „Volumgesetz“ genannt hat.

ist schwer anzugeben; denn in diesen Schiefermassen des Grundgebirges fehlen die Fossilien, und es lassen sich daher keine leitenden Horizonte feststellen; jedenfalls erreicht die normale Mächtigkeit der metamorphen Schiefer über einem konkordanten Granitlakkolithen meist mehrere tausend Meter. Die horizontale Ausdehnung derselben ist in der Regel sehr gross, weil die Schiefer flach und konkordant über den Gneisgranitstöcken lagern.

Dieser wesentliche Unterschied in der Mächtigkeit der Kontakthöfe veranlasst mich vorzuschlagen, die Umwandlung der Sedimente durch diskordante Granitstöcke zukünftig allein als „Kontaktmetamorphose“ zu bezeichnen und den bisher in der Luft schwebenden Namen „Regionalmetamorphose“ für die Umkristallisierung der Sedimente durch konkordante Granitstöcke zu reservieren<sup>1)</sup>.

Überall in Europa sind die konkordanten Gneisgranit-Lakkolithe älter als die diskordanten Granit-Lakkolithe; die ersteren gehören stets dem sog. kristallinen Grundgebirge an, z. B. in der böhmischen Masse; die letzteren erumpierten hier erst nach der Auffaltung des Devon-Culm-Schiefergebirges; daher durchsetzen diese jüngeren Granite die gefalteten Schiefer diskordant.

Aus denselben Gründen müssen wir darauf schliessen, dass die konkordanten Granitstöcke in bedeutend grösserer Tiefe der Erdkruste erstarrten als die diskordanten: denn jene haben die tieferen Zonen der Schiefer durch grosse Hitze zu Gneis eingeschmolzen und haben in den Schiefen sehr viel Feldspäte erzeugt, wozu eine höhere Temperatur gehört als zu der Hornfels-Kontaktmetamorphose der jüngeren Granitstöcke<sup>2)</sup>.

Auch sind in den Kontakthöfen der diskordanten Granite, z. B. im Kristiania-Gebiete, die Silur-Fossilien erhalten; ebenso am Adamello-Granit die Muschelkalk-Trochiten, wenigstens in einiger Entfernung von der Granitgrenze, aber noch in den Schichten, welche in weissen Marmor umkristallisiert wurden<sup>3)</sup>.

Dagegen finden sich in den Glimmerschiefen und Phylliten der konkordanten Granitlakkolithe niemals Fossilreste, auch nicht in den Marmorlagern, welche sich nicht selten in beiden Gesteinszonen einschalten<sup>4)</sup>.

W. C. BRÖGGER konnte im Kristiania-Gebiete an den Kontakten zwischen Granit und Schiefer eine Einschmelzung von Schiefer-

<sup>1)</sup> Vergl. die Darstellung der konkordanten Granitkuppeln des mittleren Erzgebirges, des Granulitgebirges und der Münchberger Gneisplatte und im Gegensatz dazu diejenige der diskordanten Granitstöcke im westlichen Erzgebirge (z. B. Eibenstock-Neudecker Granitlakkolith) und des Fichtelgebirges im zweiten Bande meiner Geologie von Deutschland. Leipzig 1903.

<sup>2)</sup> Zu denen z. B. die Brocken- und Ramberg-Granitstöcke im Harze gehören, vergl. meine Geologie von Deutschland, Band II. S. 358—377. Leipzig 1910.

<sup>3)</sup> Siehe R. LEPSIUS. Das westliche Süd-Tirol. S. 70. Berlin 1878.

<sup>4)</sup> Mit Ausnahme des immer noch rätselhaften Eozoon canadense; siehe meine Geologie von Deutschland Bd. II. S. 117 Anm. 2.

material nicht beobachten<sup>1)</sup>; er sagt daselbst, dass er niemals „weder eine allgemeine Aufschmelzung (Assimilation) der Schichten durch das Eruptivmagma, noch eine von dem Eruptivmagma ausgegangene Feldspatisation des Nebengesteins habe finden können“. W. C. BRÖGGER fügt jedoch hinzu, dass diese seine negative Ansicht gegenüber der MICHEL-LÉVY'schen Einschmelzungstheorie nur „für diese Gegend“, nämlich für das Gebiet des Kristiania-Grabens gelte. In der Tat ist dies ein Gebiet, in welchem nur die jüngeren diskordanten Granitstöcke vorkommen. Die älteren konkordanten Gneisgranitstöcke fehlen im Kristiania-Graben, wenigstens an der Oberfläche, in welcher das ältere kristalline Grundgebirge bedeckt ist von den Siluretagen und von den jüngeren Eruptivgesteinen. Dass die Granitstöcke im Kristiania-Graben diskordant in den Silurschichten lagern, beweist W. C. BRÖGGER z. B. durch die intrusive Lagerung des Granitlakkolithen von FINMARKEN (a. a. O. S. 125 ff.), wo die guten und ausgedehnten Aufschlüsse am Tyrifjord, Holsfjord und Drammenfjord keinen Zweifel darüber lassen, dass der Granitlakkolith diskordant zwischen die Siluretagen erumpiert sei.

Wenn wir jedoch die Gebiete östlich und westlich des grossen Kristiania-Grabens betrachten, die Gebiete, welche vorherrschend dem tieferen, dem kristallinen Grundgebirge angehören, so finden wir dort die im Kristiania-Graben fehlenden konkordanten Granitstöcke mit ihren eingeblättern und eingeschmolzenen Gneis- und Glimmerschiefer-Zonen. Diese Gebiete hat W. C. BRÖGGER in seinem zitierten Werke nicht herangezogen; sonst hätte er vielleicht der MICHEL-LÉVY'schen Einschmelzungstheorie in bezug auf die Gneisgranite zustimmen können.

Auf unseren Studienreisen nach dem internationalen Geologen-Kongresse zu Stockholm im Jahre 1910 haben wir z. B. die Gelegenheit gehabt, die Gneisgranite und eingeblättern Glimmerschiefer in der Umgegend von Trollhättan kennen zu lernen. Neben den berühmten Wasserfällen des Götaelfs waren zufällig durch gewaltige Felssprengungen für einen neuen Wasserkraftkanal grosse Massen von frischen Felsstücken angehäuft, an denen wir alle Stadien der Glimmerschiefer-Gneisgranite, d. h. die gneisartige Mischung von Granit und Glimmerschiefern studieren konnten.

Wir müssen demnach zwei wesentlich verschiedene Arten von Kontaktwirkungen der Granite auf ihren Schiefermantel unterscheiden:

1. wenn die Oberfläche eines Granitlakkolithen konkordant unter den Schiefnern lagert, so beobachten wir, dass die spezifisch schwereren Schieferschichten in das spezifisch leichtere heisse Granitmagma in grosser Ausdehnung hineingeblättern und vom Magma zum Teil eingeschmolzen, zum anderen Teil in Glimmerschiefer umkristallisiert worden sind; diese Mischzone von Granit und Glimmerschiefern

<sup>1)</sup> W. C. BRÖGGER. Die Eruptivgesteine des Kristianiagebietes. II. Teil. S. 132 ff. Kristiania 1895.

wurde früher allgemein als „Gneis“ bezeichnet. Typisch für diese Bildung sind die grauen und roten Gneise des sächsischen Erzgebirges. Über den Glimmerschiefern<sup>1)</sup> folgen dann in allmählichem Übergange nach aussen hin, wie bei den diskordanten Graniten, die Phyllite, welche schliesslich in die unveränderten Schiefer übergehen.

2: Wenn dagegen die Schichtung der Schiefer diskordant auf der Oberfläche eines Granitlakkolithen abschneidet und sich also eine aktivere Intrusion des Granitstockes zu erkennen gibt als im ersten Falle, so entstehen keine „Gneise“ und keine echten Glimmerschiefer; vielmehr erzeugt der Granitstock dann im Schiefermantel einen kontaktmetamorphen Hof, dessen innere Zone aus Gesteinen der Hornfels-Gruppe, dessen äussere Zone aus Phylliten und phyllitischen Chiasolith-, Frucht- und Knotenschiefern zusammengesetzt sind. Typisch für diese Bildung sind die Granitstöcke im westlichen Erzgebirge und im Fichtelgebirge.

Natürlich setzen auch in den Gneisgebieten diskordante Granitstöcke auf; diese sind dann jünger als die Gneisgranite, durch welche sie aktiv durchgreifen. Aber solche jüngeren Granite konnten dann keine Hornfelszonen im durchbrochenen Gneisgranit oder im Glimmerschiefer erzeugen: denn diese regionalmetamorphen Schiefergesteine unterlagen bereits einer Metamorphose von grösserer Energie als diejenige ist, welche die diskordanten Granitstöcke überhaupt erzeugen können.

Dagegen werden pneumatolytische Mineralien und Erze durch die jüngeren Granitruptionen auch in den durchbrochenen Gneisen und Glimmerschiefern des Grundgebirges neu gebildet.

Erst wenn die diskordanten Granite bis in den höher liegenden Phyllit- und Schiefermantel der Gneisgranite hinauferumpieren, werden diese Phyllite von ihnen kontaktmetamorph in Hornfelse, und die Schiefer in Phyllite und phyllitische Chiasolith-, Frucht- und Knotenschiefer umgewandelt. Denn die Phyllite stellen die schwächere Metamorphose der Gneisgranite dar und können daher von den jüngeren, diskordanten Granitstöcken mit stärkerer Energie nunmehr in Hornfels kontaktmetamorph umkristallisiert werden.

Ein gutes Beispiel treffen wir in den Sudeten an. Der Granit des Riesenkammes ist ein jüngerer Granitstock, welcher die Gneis- und Glimmerschiefer-Gebiete des Riesen- und Isergebietes diskordant durchsetzt. An dem Aggregatzustande der Gneise und Glimmerschiefer konnte der jüngere Kammgranit wenig ändern. Aber die kleine eingebrochene Schiefer-Scholle im Hochstein (z. B. gute Aufschlüsse am Moltkefels) über dem Zackentale bei Schreiberhau ist durch den Kammgranit kontaktmetamorph in Hornfels umgewandelt; und ebenso sind die Phyllite am Südrande des Iser-Riesenkamgranites in Hornfelse und ihre Gesteinsfolge kontaktmetamorph verändert worden.

<sup>1)</sup> Ich nenne hier immer nur die Haupttypen der Gesteine.