# Ueber die Bildung von Graphit bei der Contactmetamorphose.

Von

**R. Beck** und **W. Luzi** in Leipzig.

Mit 1 Holzschnitt.

## 1. Das Vorkommniss in geologischer Beziehung.

Das so verschiedenartige Vorkommen des Graphites in der Natur lässt voraussetzen, dass dieses Mineral auf mehrfache Weise entstehen kann. Abgesehen von seinem Vorhandensein in gewissen Meteoriten kennen wir es zunächst als Gemengtheil oder auch flötzbildend als selbständiges Gestein innerhalb der krystallinischen Schiefer, sowie auch in Gangform im Granit- und Gneissgebiet. Die näheren Umstände seiner Genesis bei derartigen Vorkommnissen sind mehr oder weniger räthselhaft, besonders bei den vor kurzem durch J. Walther[1] beschriebenen interessanten Graphitgängen von Kaltura auf Ceylon, welche im dortigen Gneiss aufsetzen. Etwas bestimmtere Vorstellungen kann man sich dagegen über die Entstehung des Graphites aus Anthracit oder einer kohlenstoffärmeren Kohle durch den Einfluss des Contactmetamorphismus machen, weil in diesem Falle eine gewisse, wenn auch durchaus nicht vollständige Analogie zwischen der natürlichen Entstehung und der künstlichen Darstellung als Retortengraphit der Gasfabriken besteht. Desshalb sind alle diejenigen Fälle von besonderem Interesse, in welchen Graphit als Product der Contactmetamorphose durch Eruptivgesteine wirklich nachgewiesen werden kann.

[1] J. Walther, Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. XLI. S. 359. 1889.

In dieser Beziehung liegen bereits mehrere Angaben vor, dass Graphit einen Gemengtheil gewisser durch Granitstöcke umgewandelter Schiefergesteine bilde, wobei dann die Vermuthung nahe lag, dass derselbe aus den Kohlepartikeln entstanden sei, an denen die betreffenden Gesteine in ihrem unveränderten Zustande reich waren. Zuerst scheint die Frage von Rosenbusch[1] bei seiner Untersuchung der Steiger Schiefer angeregt worden zu sein. Er vermuthete nämlich, dass die kohlige Substanz der ursprünglichen Thonschiefer in den Flecken seiner Knotenthonschiefer die Form von Graphit angenommen habe, weil eine Bleichung jener dunkelen Flecken durch starkes Glühen nach vorherigem Wegätzen der dunkelen Eisenerze nicht eintrat. Auch in den Hornfelsen trifft man nach demselben Autor diese Substanz noch an und zwar hier als Einschluss innerhalb der Andalusite, während aus der übrigen Gesteinsmasse der gesammte Kohlenstoff verschwunden ist. Er beschreibt diese Einschlüsse als „Scheibchen und Blättchen von kohliger Substanz, die nach ihrem Glanze und ihrer Unverbrennlichkeit wohl Graphit sein müssen". Später erklärte derselbe Forscher verallgemeinernd[2]: „Die kohlige Substanz des normalen Sediments concentrirt sich in den Hornfelsen zu scheiben- und klümpchenähnlichen Massen vom Habitus des Graphit, welche dann mit Vorliebe in den Andalusiten, Chiastolithen, Granaten, Cordieriten und Quarzen eingeschlossen sind und diese Mineralien zumal im Centrum oft vollständig trüben." Auch Brögger[3] führt Graphit als Gemengtheil der contactmetamorphen Producte aus silurischen Alaunschiefern auf. Endlich sei noch Rüdemann[4] erwähnt, nach welchem die schwarzen Einschlüsse in den bekannten Chiastolithen der aus obercambrischen schwarzgrauen Thonschiefern hervorgegangenen Chiastolithschiefer von der Reuth bei Gefrees aus Graphit bestehen dürften, da sie bei anhaltendem Glühen nicht verschwinden, und Sauer[5], welcher aus

[1] H. Rosenbusch, Steiger Schiefer 1877. S. 181—182 u. S. 219.

[2] H. Rosenbusch, Mikrosk. Physiogr. der massigen Gesteine 1887. S. 53.

[3] Brögger, Die silurischen Etagen 2 und 3 im Kristianiagebiet und auf Eker. 1882. S. 347.

[4] Rüdemann, Dies. Jahrb. 1887. V. Beil.-Bd. S. 651.

[5] Sauer, Erläuterungen zu Section Meissen der geologischen Specialkarte des Königreiches Sachsen. 1889. S. 56 u. S. 62.

den Knotenschiefern der Gegend von Meissen „kohlige Substanz, anscheinend graphitähnlich", sowie aus den dortigen Chiastolithschiefern als Einschlüsse der Chiastolithe „vorwiegend graphitähnliche Mineralflitterchen" aufführt.

Bei allen diesen Autoren vermisst man indessen chemische Analysen zum sicheren Beweise dafür, dass die betreffenden Substanzen wirklich Graphit sind, welche in den angeführten Fällen um so nöthiger sein dürften, als auch Angaben über bestimmte krystallographische Eigenschaften, wie etwa hexagonale Umrisse der beobachteten Durchschnitte, nicht vorliegen, aus denen die Graphitnatur ohne weiteres sich ergeben müsste. Diese Beweise für gewisse sächsische Vorkommnisse ähnlicher Art zu bringen, ist die Aufgabe der folgenden Zeilen.

Von den beiden Verfassern derselben hatte es der erstgenannte bei der Bearbeitung der ihm von der königlich sächsischen geologischen Landesanstalt übertragenen Sectionen Pirna und Kreischa mit obersilurischen an Kohletheilchen reichen Thonschiefern und Kieselschiefern zu thun, welche im Contactbereich des Dohnaer Granitits und des Weesensteiner Hornblendegranitits zu graphitreichen Gesteinen umgewandelt waren. Zur näheren Untersuchung des graphitischen Gemengtheiles eigneten sich besonders ein daran sehr reicher Chiastolithschiefer und ein Graphitquarzit. Ersterer bildet mehrere Einlagerungen in der stark umgewandelten obersilurischen Grauwacke von Burkhardtswalde und ist namentlich schön oben am Rande des Seidewitzthales nordöstlich von der Nenntmannsdorfer Mühle anzutreffen. Der Graphitquarzit ist ein echtes Contactgestein aus der unmittelbaren Granitnähe. Er steht im Röhrsdorfer Thale bei Kreischa an und gehört zu den hangendsten Schichten des grossen obersilurischen Kieselschieferzuges von Gombsen und Schmorsdorf. Beide sind aus ursprünglichen Kieselschiefern hervorgegangen. Um schon aus der Zusammensetzung und Structur dieser auch in mancher anderen Beziehung interessanten Graphitgesteine zu zeigen, dass man es hier mit wirklichen Contactproducten zu thun hat, dürfte es gestattet sein, eine eingehendere petrographische Beschreibung derselben voraus zu schicken.

Der Chiastolithschiefer von Burkhardtswalde

ist ein schwärzlich graues, plattig brechendes Gestein. Schon dem unbewaffneten Auge fällt in demselben eine grosse Menge von Andalusit auf, welcher theils winzige, als glänzende Pünktchen hervortretende, regellos eingestreute Körnchen bildet, theils aber in gelblichweissen, bis 4 cm langen und bis 2 mm dicken, der Schichtung parallel liegenden Prismen entwickelt ist. Diese grösseren Individuen sind oft längs ihrer Längsachse durch Graphitpartikel getrübt, was besonders gut auf ihren quadratischen oder rhombischen Querschnitten hervortritt. Fast immer sind die grösseren Säulchen durchaus in glimmerige, quer zur Hauptachse gestellte Zersetzungsproducte umgewandelt, im ganz verwitterten Gestein erscheinen sie sogar als zellig gefächerte Hohlformen. Die Mikrostructur lässt sich besonders gut an den meist noch ganz frischen kleineren Körnern studiren. Man gewahrt in der völlig farblosen Substanz zahlreiche stäbchenförmige, parallel zu einer krystallographischen Achse angeordnete Interpositionen, die sich oft in Reihen von Körnchen auflösen oder auch schwach gebogen sind. Nach Beobachtungen an analogen Gebilden anderer Chiastolithvorkommnisse bestehen sie aus Quarz. Somit besitzt der Andalusit dieses Gesteines in vieler Beziehung die Erscheinungsform des Chiastoliths, wenn auch die charakteristische diagonale Anordnung der Graphitsubstanz nicht beobachtet wurde. Auch im übrigen ähnelt das Gestein anderen bekannten Chiastolithschiefern. Es besteht aus Quarz, dem bereits beschriebenen Chiastolith, Graphit, Muscovit, Rutil, Turmalin und Magnetkies. Der Quarz, entschieden der Hauptgemengtheil, bildet polygonale Körnchen von 0,04 bis 0,08 mm Durchmesser und führt Graphit-, nur selten auch Flüssigkeitseinschlüsse. Häufig nimmt man einen von Graphitpartikeln ganz getrübten Kern bei seinen Individuen wahr, in dessen Form sich die äussere Umrandung des Kernes wiederholt, während die Peripherie des letzteren fast ganz klar erscheint. Zum Vergleich sei darauf hingewiesen, dass die Quarzkörnchen in den Kieselschiefern des unveränderten Silurs desselben Gebietes nur 0.001—0.01 mm gross sind. Es hat demnach eine völlige Umkrystallisirung des Quarzes zu grösseren Individuen stattgefunden, was noch mehr bei dem später zu beschreibenden Quarzit in's Auge fällt. Dieselbe

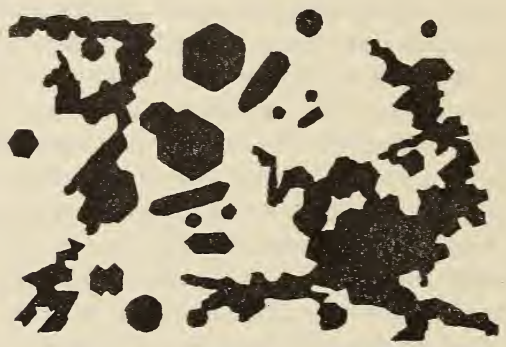
geschah nach der Graphitisirung der Kohletheilchen oder mindestens gleichzeitig mit derselben. An die Stelle der schon über dem Bunsen'schen Brenner leicht sich verflüchtigenden überaus fein vertheilten, kohligen Substanz des unveränderten Kieselschiefers ist Graphit getreten, der aus dem Gestein durch Behandlung des Pulvers mit Flusssäure nach vorherigem Wegätzen der Eisenerze und durch nachheriges Schlämmen in Wasser behufs Trennung von dem noch unzersetzt gebliebenen Andalusit und Rutil ziemlich leicht isolirt werden konnte. Er bildet völlig undurchsichtige, bei auffallendem Lichte metallisch glänzende, dunkelgrau abfärbende, zackig umrandete Klümpchen, deren Dimensionen gewöhnlich zwischen 0.003 und 0.01 mm liegen, auch bis zu 0,02 mm ansteigen, während die Kohlestäubchen in den unveränderten obersilurischen Kieselschiefern und Thonschiefern fast sämmtlich unter 0.001 mm bleiben und überhaupt kaum noch messbar sind. Neben den grösseren krystallinen Aggregaten des Graphites bemerkt man auch einzelne wohl entwickelte, rundum ausgebildete Kryställchen desselben mit hexagonalen Umrissen. Die Schüppchen des farblosen Glimmers sind abgesehen von den Zersetzungsproducten des Chiastoliths im Allgemeinen nur selten beigemengt. Sehr reichlich ist Rutil vorhanden. Man erhält ihn durch Isoliren mit Flusssäure und der Thoulet'schen Lösung in Gestalt von rothbraunen, diamantglänzenden, bis 0.02 mm grossen Kryställchen, welche, abgesehen von dieser bedeutenden Grösse, auch in ihrem Habitus von der im unveränderten Thonschiefer vorherrschenden Ausbildungsweise des Rutils als winzige Nädelchen sehr abweichen. Das Prisma gelangt nämlich bei ihnen gegenüber der beiderseitigen pyramidalen Zuspitzung nur wenig zur Geltung, auch treten knieförmige Zwillinge nur selten auf. Die Titansäure ist demnach ebenfalls unter dem Einfluss des Contactmetamorphismus umkrystallisirt. Hier behielt sie die Rutilform bei, in gewissen Cordierit führenden Knotenglimmerschiefern dagegen nahm sie hierbei zuweilen die Form des Brookits an, worüber in den Erläuterungen zu Section Pirna ausführlich berichtet werden soll. Die mit scharfen Endflächen versehenen Prismen des Turmalins unseres Chiastolithschiefers besitzen, wie der Quarz, häufig eine von Einschlüssen von Graphit und wohl

auch von Flüssigkeit getrübte Centralpartie. Von den nur spärlich beigemengten Eisenerzpartikeln gehört der Hauptantheil dem Magnetkies an, da er sich mit dem Magneten aus dem Gesteinspulver ausziehen lässt und in Salzsäure unter Schwefelwasserstoffentwickelung löslich ist. Da in den silurischen Schiefergesteinen Magnetkies als Gemengtheil nicht bekannt, wohl aber Pyrit sehr gewöhnlich und meist reichlich beigemengt ist, muss man annehmen, dass der letztere durch den Einfluss der Contactmetamorphose unter Verlust von Schwefel in Magnetkies sich umgesetzt hat.

Auch der Quarzit von Röhrsdorf, welcher Graphit noch reichlicher und zum Theil noch schöner auskrystallisirt enthält, trägt sichere Merkmale eines echten Contactgesteines an sich. Seine dickplattig brechende, schwarzgraue Masse besteht wesentlich aus einem ziemlich grobkrystallinen Gemenge von Quarz und Graphit, wie man schon durch die Loupe erkennt. Ausserdem bemerkt man in demselben schmale, nur 1—2 mm dicke Trümer, welche aus Quarz und Orthoklas bestehen. Unter dem Mikroskop ergiebt sich folgendes: Die Quarze der eigentlichen Gesteinsmasse zeigen ähnliche Beschaffenheit, wie beim Chiastolithschiefer, nur sind sie hier durchschnittlich noch grösser, nämlich 0,05—0,1 mm im Durchmesser. Ihre Umrissformen sind ziemlich geradlinig umgrenzte Polygone. Sie führen selten und ohne bestimmte Anordnung Flüssigkeitseinschlüsse, dagegen sehr viel Graphitkörnchen und -kryställchen, welche gewöhnlich auch hier im Centrum der Körner gehäuft sind. Ausserdem bemerkt man in den Quarzen winzige rectanguläre Durchschnitte eines stark lichtbrechenden, farblosen Minerals. Der Graphit liegt, abgesehen von den nur kleinen Einschlüssen, in den Quarzen zwischen den letzteren zwischengeklemmt. Er bildet nicht selten hexagonal umrandete Durchschnitte, welche theils scharfe Ecken und geradlinige Seiten besitzen, theils auch abgerundet erscheinen und sich der Scheibenform nähern. Einzelne wohlentwickelte Krystalle erreichen 0,03 mm im Durchmesser, im Allgemeinen aber trifft man scharfe hexagonale Umrissformen mehr nur bei den kleineren Individuen an. Noch häufiger indessen bildet der Graphit nur unregelmässige Körner und zackig-hakige, verästelte und manchmal durchbrochene körnig

krystalline Aggregate bis 0.3 mm im Durchmesser, an denen zuweilen einzelne Krystallflächen zur Entwickelung gelangt sind, oder denen auch fast rundum ausgebildete Individuen ansitzen, wie die beistehende ungefähr 500mal vergrösserte Zeichnung veranschaulicht.

Ganz dasselbe Bild geben übrigens in guten Präparaten, freilich in entsprechend kleineren Verhältnissen, auch die Graphitdurchschnitte im oben beschriebenen Chiastolithschiefer. Auch der Graphit des Quarzites liess sich leicht auf die angegebene Weise aus dem Gestein isoliren. Er fühlt sich fettig an und gibt metallischen Strich. Bei entsprechender Beleuchtung bemerkt man spiegelnde, mit metallischem Glanze



versehene Flächen an den einzelnen Körnchen und Kryställchen. Von accessorischen Gemengtheilen finden sich in dem Gestein skelettartige von Quarz durchbrochene farblose Blättchen von Muscovit, Schüppchen von Biotit und von einem lichtgrünen Glimmermineral, sowie vereinzelte Kryställchen von Rutil. Selten wurden bis 1 mm grosse unregelmässige Körner von braunem Turmalin bemerkt, welcher unter dem Mikroskope prachtvollen Pleochroismus in lichtgrünen lichtbraunen und rothbraunen Tönen, sowie grell aufleuchtende Interferenzfarben zeigt. Seine Körner sind mit Einschlüssen von Quarz und Graphit gespickt. Was die erwähnten Quarzfeldspathtrümer betrifft, so enthalten die Orthoklase derselben zahlreiche spindelförmige, parallel geordnete Einschlüsse wahrscheinlich von Quarz, ähnlich wie diese Sauer von den

faserigen Orthoklasen der Meissner Contactgesteine beschrieben hat. Die Quarzkörner der Trümer sind ganz anders beschaffen, wie diejenigen des eigentlichen Gesteines. Sie sind viel grösser und werden von Schnüren eigenthümlich lichtbraun gefärbter Flüssigkeitseinschlüsse durchzogen, zum Theil mit beweglichen Libellen. Im polarisirten Licht zerfallen sie in mehrere zackig umrandete, optisch verschieden orientirte Einzelkörner, wobei die Schnüre von Flüssigkeitseinschlüssen ungestört durch zwei Nachbarindividuen gehen, ohne an deren Rändern abzusetzen. Graphiteinschlüsse fehlen in ihnen fast gänzlich.

Abgesehen von diesen beiden typischen Vorkommnissen wurden mikroskopische Körnchen und Kryställchen von Graphit noch in mehreren anderen Gesteinen desselben sächsischen Contactgebietes beobachtet, namentlich in den Knotenglimmerschiefern und Hornfelsen des Müglitzthales, welche aus kohlenstoffreichen und darum schwärzlich gefärbten, obersilurischen Thonschiefern entstanden sind. Überall waren indessen die Graphitpartikel von geringerer Grösse und seltener auskrystallisirt, als in den eben beschriebenen Gesteinen. Dies gilt wohl auch von anderen Contactgebieten und erklärt die nur muthmassliche Bestimmung dieses Gemengtheiles bei den oben aufgeführten Autoren.

### 2. Chemische Untersuchung des isolirten Graphites.

Zunächst wurde der Graphit aus dem Chiastolithschiefer von W. Luzi einer eingehenden chemischen Untersuchung unterworfen, deren Resultate derselbe in folgendem mittheilt:

Die betreffenden Arbeiten wurden in dem unter der Direction des Herrn Prof. Dr. Stohmann stehenden agriculturchemischen Laboratorium der Universität Leipzig ausgeführt.

Zur Analyse wurden 0.3587 g der sorgfältig gereinigten bei 120° im Luftbade getrockneten Substanz angewandt. Dieselben ergaben bei der Verbrennung im Sauerstoffstrome:

| | | |
|---|---|---|
| $CO_2$ | . . . . | 1.1899 g |
| $H_2O$ | . . . . | 0.0057 „ |
| Asche | . . . . | 0.0304 „ |

Der unverbrennliche Rückstand, welcher frei von Kohlensäure befunden wurde, dürfte wesentlich aus Andalusit bestehen, welcher mit den Graphitkörnern verwachsen war und beim Schlämmen nicht rein ausgeschieden werden konnte. Auch etwas Rutil könnte dabei sein, sicher aber keine Reste von wasserhaltigen Mineralien, welche sämmtlich durch Flusssäure zerstört werden mussten. Nach Abzug des Rückstandes verbleiben sonach 0.3283 g aschenfreie Substanz. Es berechnet sich hieraus die Zusammensetzung für den Graphit von Burkhardtswalde:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Kohlenstoff . . | 0.3245 g | = | 98.84 % |
| Wasserstoff . . | 0.0007 „ | = | 0.21 „ |
| | | | 99.05 %. |

Die untersuchte Substanz, deren Verbrennung übrigens schwierig ist und erst bei starkem Sauerstoffstrome gelingt, während die Kohletheilchen gewöhnlicher unveränderter Thonschiefer und Kieselschiefer bereits an der Luft über dem Bunsen'schen Brenner leicht verbrennen, ist demnach thatsächlich Graphit. Was den geringen Wasserstoffgehalt desselben betrifft, so sei darauf hingewiesen, dass die Frage, ob die Graphite noch etwas Wasserstoff und Sauerstoff enthalten dürfen, verschiedene Beantwortung gefunden hat. Nach Untersuchungen von Morveau, H. Davy, Gay-Lussac und Thénard enthält der Graphit etwas Wasserstoff, nach Allen und Pepys sowie Saussure ist er davon frei. Später fanden Cloez und Regnault in fünf verschiedenen von ihnen untersuchten Graphiten nicht unerhebliche Mengen Wasserstoff, nämlich 0.5 bis sogar 1.34 %. Dieser Wasserstoff konnte durch Glühen der Graphite nicht vollständig aus ihnen entfernt werden. Die 0.21 % Wasserstoff unseres Graphites dürfen darum nicht auffallen. Die Erklärung derselben könnte darin liegen, dass dieser Graphit Einschlüsse von Wasserstoffverbindungen enthält. Merkwürdiger Weise zeigt der Graphit von Burkhardtswalde gewisse Abweichungen von den bis jetzt bekannten chemischen Reactionen der Substanz echter Graphite. Wenn man nämlich gepulverten Graphit, z. B. solchen von Ticonderoga, mit concentrirter Schwefelsäure oder concentrirter Salpetersäure und chlorsaurem Kali erhitzt, sodann decantirt,

auf das vollkommenste auswäscht und schliesslich die zurückbleibende Substanz bei ca. 110° trocknet, so zeigt sie zwar noch das Aussehen von gewöhnlichem Graphit, hat aber doch eine bemerkenswerthe Veränderung erlitten. Erhitzt man nämlich diese so behandelte graphitähnliche Substanz bis zur beginnenden Rothglut, so entweichen Gase und die Masse bläht sich um das acht- bis zehnfache ihres ursprünglichen Volumens in höchst charakteristischer Weise auf. Es entstehen dabei eigenthümliche wurmähnliche Gebilde. Auch beim Kochen des Ticonderogagraphites mit concentrirter, rother, rauchender Salpetersäure allein ohne Zusatz von chlorsaurem Kali erhält man nach meinen Versuchen diese beim Erhitzen sich aufblähende Substanz. Es wurden nun ein Theil des aus dem Chiastolithschiefer isolirten Graphites mit concentrirter Schwefelsäure, ein anderer Theil mit concentrirter, rother, rauchender Salpetersäure erhitzt, decantirt, beide Proben bis zur vollständigen Entfernung der Säure ausgewaschen und sodann bei 110° getrocknet. Beide zeigten darauf beim Glühen das charakteristische Aufblähen nicht. Dieser scheinbare Widerspruch dürfte indessen durch gewisse Erfahrungen gelöst sein, welche ich im Verlauf von noch nicht ganz abgeschlossenen chemischen Untersuchungen über Graphite und graphitähnliche Substanzen habe machen können. Es gelang nämlich, nachzuweisen, dass die in der Natur vorkommenden und in Bezug auf ihre Reactionen bisher als völlig identisch angesehenen Graphite gewissen Reagentien gegenüber äusserst charakteristische Verschiedenheiten aufweisen, so dass eine Trennung der natürlichen Graphite in scharf unterscheidbare Gruppen zu Stande kommt. Es sei indessen über diesen Gegenstand hier vorläufig nur hervorgehoben, dass das Ausbleiben der oben beschriebenen Graphitreactionen ein Beweis gegen die graphitische Natur nicht mehr ist, da die untersuchte Substanz zu einer Gruppe von Graphiten gehört, bei welchen die angegebenen Reactionen nicht eintreten.

Was ferner den vorzüglich krystallisirten, auf S. 34 abgebildeten Graphit aus dem Graphitquarzit des Röhrsdorfer Thales betrifft, so ergab eine Analyse folgendes Resultat:

Angewandt wurden 0.1710 g des herauspräparirten Graphites. Derselbe ergab bei dem Verbrennen:

| | |
|---|---|
| $CO_2$ . . . . . | 0.6130 g |
| $H_2O$ . . . . . | 0.0007 „ |
| Asche . . . . . | 0.0037 „ |

Die Asche enthielt keine Kohlensäure. Verbrannt waren also 0.1673 g Substanz, deren Zusammensetzung sich aus obigen Zahlen, wie folgt, berechnet:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Kohlenstoff . . | 0.1672 g | = | 99.94 % |
| Wasserstoff . . | 0.00008 „ | = | 0.05 „ |

Diese Zusammensetzung zeigt, dass die analysirte Substanz ein vollkommen typischer Graphit ist.

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1891

Band/Volume: 1891_2

Autor(en)/Author(s): Beck Richard, Luzi W.

Artikel/Article: Ueber die Bildung von Graphit bei der Contactmetamorphose. 28-38