

# Berg- und Hüttenwesen.

Redaction:

**Hans Höfer,**

k. k. Hofrath und o. ö. Professor der Bergakademie in Leoben.

**C. v. Ernst,**

k. k. Oberbergrath und Commercialrath in Wien.

Unter besonderer Mitwirkung der Herren: Eduard **Donath**, Professor an der technischen Hochschule in Brünn, Willibald **Foltz**, k. k. Commercialrath, Vice-Director der k. k. Bergwerks-Prod.-Verschl.-Direction in Wien, Karl **Habermann**, k. k. o. ö. Professor der Bergakademie Leoben, Julius Ritter von **Hauer**, k. k. Hofrath und Bergakademie-Professor i. R. in Leoben, Adalbert **Kás**, k. k. o. ö. Professor, Rector der Bergakademie in Příbram, Johann **Mayer**, k. k. Bergrath und Central-Inspector der k. k. priv. Kaiser Ferdinands-Nordbahn, Franz **Poech**, Oberbergrath, Vorstand des Montandepartements für Bosnien und die Herzegowina in Wien und Friedrich **Toldt**, Hüttdirector in Graz.

Verlag der Manz'schen k. u. k. Hof-Verlags- und Universitäts-Buchhandlung in Wien, Kohlmarkt 20.

Diese Zeitschrift erscheint wöchentlich einen bis zwei Bogen stark und mit jährlich mindestens zwanzig artistischen Beilagen. **Pränumerationspreis** jährlich mit franco Postversendung für Oesterreich-Ungarn 24 K ö. W., halbjährig 12 K, für Deutschland 24 Mark, resp. 12 Mark. — Reclamationen, wenn unversiegelt portofrei, können nur 14 Tage nach Expedition der jeweiligen Nummer berücksichtigt werden.

INHALT: Die Entstehung der Graphitlagerstätten. — Die Gesteinsbohrmaschinenfrage im Jahre 1902. — Druckluft und Electricität. (Schluss.) — Fortschritte auf metallurgischem Gebiete. Mineralien in Abessinien. — Notizen. — Literatur. — Autilches. — Berichtigung. — Ankündigungen.

## Die Entstehung der Graphitlagerstätten.

Von **Franz Kretschmer**, Bergingenieur in Sternberg (Mähren).

Ueber diese hochwichtige und interessante geologische Frage herrschen noch immer einander widersprechende Anschauungen und ungenügend begründete Hypothesen; eine Lösung und Ausgleichung der einander diametral entgegenstehenden Ansichten hat noch immer nicht stattgefunden. Während ein Theil der Fachgeologen und Bergingenieure den Graphitlagerstätten durchwegs einen organischen Ursprung zuerkennt und die Graphitisirung theils durch gebirgsbildenden Druck, theils durch Contactmetamorphose erklärt, ist neuerdings E. Weinschenk<sup>1)</sup> in seinen sonst so verdienstvollen Publicationen zur Kenntniss der Graphitlagerstätten dieser Ansicht entgegengetreten und bringt den Graphitisationsprocess stets mit eruptiven Vorgängen in Zusammenhang; er sieht sogar in dem einen Falle die Graphitlagerstätten von Passau und Krumau als anorganische Nebenproducte an, indem er ihre Bildung auf gasförmige Exhalationen von Kohlenoxyd- und Cyanverbindungen zurückführt, welche von dem dortigen Granitmassiv ausgegangen sind und durch deren Zersetzung der Graphit an den durch Gebirgsfaltung entstandenen schwachen und zertrümmerten Stellen abgelagert wurde.

Die Mitwirkung organischer Substanz wird ausgeschlossen und das Vorhandensein organischen Lebens

in der entfernten archaischen Periode geleugnet. In dem anderen Falle wird bezüglich der nordsteirischen Graphite deren organischer Ursprung wohl nothwendigerweise zugestanden, weil die Indicienbeweise erdrückend sind, jedoch werden ausschließlich contactmetamorphe Einwirkungen zur Erklärung der Genese herangezogen.

Ferner betrachtet J. Walther<sup>2)</sup> die gangförmigen Graphitlager bei Kaltura auf Ceylon, welche der Gneiß dort beherbergt, als epigenetische Ausfüllung von Dislocationsspalten, welche durch Reduction von kohlenstoffhaltigen Dämpfen vor sich ging.

Ein genereller Ueberblick über die genau bekannten und erforschten Graphitfundstätten wird wesentlich zur richtigen Deutung der genetischen Verhältnisse beitragen. Bei aller Verschiedenheit der Graphitvorkommnisse in ihren äußeren Erscheinungsformen, kann dennoch eine gewisse Einheitlichkeit erkannt werden, wenn man von den Einzelheiten absieht.

Die Graphitlagerstätten von Passau (Bayern), dann von Krumau-Schwarzbach (Böhmen) und Altstadt-Goldenstein (Mähren), Mühlendorf-Marbach (Nied.-Oesterr.) gehören sämmtlich einer höheren Stufe im Gneißprofile an, die durch eine auffällige Mannigfaltigkeit der Gesteinstypen ausgezeichnet ist, im Gegensatze zu

<sup>1)</sup> Zur Kenntniss der Graphitlagerstätten. Abhandlg. der k. bayer. Akademie d. Wiss., II. Cl., Bd. XIX, II. Abth.

<sup>2)</sup> Zeitschr. d. d. geol. Ges., 1889, 41, 360.

den tieferen Gneißstufen, die durch ihren einförmigen petrographischen Charakter von höherer Krystallinität, sowie durch ihre Lagerungsform als Laccolit ähnliche intrusive Massen qualificiert sind. Dagegen erscheinen die graphitführenden höheren Gneißetagen der oben genannten Vorkommen zweifellos als eine metamorphe Facies ältester Sedimente, deren structurelle Veränderungen und moleculare Umlagerungen durch dynamische Einflüsse zustande gekommen sind.

Rosenbusch<sup>3)</sup> unterscheidet nach Maßgabe des chemischen Bestandes 2 große Gneißgruppen, und zwar die aus Eruptivgesteinen hervorgegangenen Typen, — er nennt sie Orthogneiß, — und im Gegensatz dazu die aus Sedimenten entstandenen, die er als Paragneiß zusammenfasst. Diese letzteren sind nach ihrem Ursprunge Pelit-, Psamit- und Conglomerat-Gneiß. Die Glimmer-, Amphibol- und Pyroxengneiß, sowie die Granat- und Epidotgneiß lassen diese auf chemische Analysen gegründete Zweitheilung in Ortho- und Paragneiß ebenfalls mit Sicherheit erkennen. Dagegen sind die Sillimanit-, Cordierit-, Chlorit- und Graphitgneiß durchwegs Paragneiß. Bezüglich der letzteren spricht Rosenbusch die Ansicht aus: „Es scheint überhaupt, als komme der Graphit vorwiegend, wenn nicht ausschließlich, als Contactbildung in der Nähe von Eruptivgesteinen in Gneiß vor.“ Er stellt die Cordierit-, sowie die Graphitgneiß des Passauer Waldes ausdrücklich zu den sedimentären Paragneiß und sagt: sowie der Quarz und Feldspath zu dem ursprünglichen Gesteinsbestande gehören, ebenso sind die den Glimmer vertretenden Graphitschuppen sicherlich keine secundäre Infiltration, sondern ebenfalls ein primärer Bestandtheil.

Die Graphitlager von Schweine (Mähren), sowie jene von Oels (Mähren) lagern in der Glimmerschieferformation, wogegen diejenigen bei Rottenmann und Leoben durch die carbonischen Floren von Leims, Kaisersberg, der Wurmalpe und des Semmering, als der nordalpinen metamorphen Carbonserie angehörig charakterisirt sind.

Principiell handelt es sich bei allen diesen graphitführenden Gesteinsserien um einen Wechsel von mehr oder weniger mächtigem Kalkstein mit Schiefer (Gneiß-, Glimmer-, Quarzit- oder Thonschiefer), welche die Graphitlager und Flötze entweder im Hangenden und Liegenden umschließen oder an deren Contact aufsetzen. Die Einschaltungen und Durchbrüche dieser Gesteine bestehen in der Regel hauptsächlich aus pyroxenischen und amphibolischen Eruptivgesteinen, die theilweise in Serpentin umgewandelt wurden, wogegen die in Lagern und Stöcken vorkommenden Pegmatite und Granite in den Hintergrund treten.

Im Speciellen ergibt sich aus der Beobachtung:

1. Dass das Vorkommen im Passauer Walde eine Interponirung von erdig-schuppigem Graphit im Graphitgneiß bildet, der seinerseits von Cordieritgneiß umschlossen wird. Der Graphit reichert sich bis zu 60%

der Gneißmasse an, bildet dann förmliche Lager und Linsen, welche fast stets von contactmetamorphem Kalkstein und von Pyroxen-Pegmatit begleitet werden. In dem Graphitgebiet und mit dem Graphit vergesellschaftet treten Hornblendeporphyrite (Vintlite und Bojite) in Lagern und Gängen auf. Vom Graphit weiter entfernt an den Grenzen des Graphitgebiets sind Granitstöcke und -Lager zu beobachten.

2. Die Vorkommnisse von Krumau-Schwarzbach bilden fünf ostwestlich streichende Parallellager im Paragneiß, welcher untergeordnet von Lamprophyren und Apliten durchsetzt erscheint. Körniger Kalkstein mit charakteristischen Contactmineralien tritt in zahlreichen Einlagerungen bald im Hangend- bald im Liegendecontact als fast ständiger Begleiter der Graphitlager auf. Im Graphitgebiet finden sich ferner Amphibolgesteine von Kalkstein begleitet, die local zu Serpentin umgewandelt wurden, wie auch der Kalkstein mit Serpentin innig gemengt ist.

3. Die Altstadt-Goldensteiner Graphitablagerung ist stets an contactmetamorphische, körnige Kalksteine gebunden, welche die Graphitflötze im Hangenden und Liegenden umschließen und ihrerseits im glimmerarmen Gneiß und Hornblendegneiß lagern. Im Kalkstein selbst sowie im Gneiß und an dessen Peripherie befinden sich theils stock-, theils lagerförmige Massen mannigfaltiger Amphibolite, welche aus basischen Eruptivgesteinen (möglicherweise Diabas?) hervorgingen. Pegmatite erlangen hier nur eine untergeordnete Bedeutung.

4. Das Graphitvorkommen von Schweine und Vierhöfen, das in dem Glimmerschiefergebiet Lexen-Braune lagert, wird ebenfalls von krystallinem Kalkstein umschlossen, der mit echtem Museovit- und Graphitglimmerschiefer, sowie mit mannigfaltigen Amphiboliten wechselagert. Dem Pegmatit, der in den Kalkstein und den Graphitlagern hier und da eingeschaltet ist, fällt nur eine untergeordnete Rolle zu.

5. Das Graphitvorkommen von Oels in Mähren ist archaischem Glimmerschiefer eingebettet, der in Phyllit übergeht. Auch diese Lager begleitet Kalkstein, während weiterhin Amphibolite dem Glimmerschiefer intercalirt sind. Es sind hier 5 parallellaufende Graphitlager vertreten, deren Mächtigkeit von 1 bis 11 m wechselt; dieselben führen zum Theil mächtige taube Mittel von Graphitschiefer, graphitischen Thonschiefer und zu Kaolinit umgewandelte Feldspathmassen, außerdem sind die Lager von Eisenkies in Trümmern, Leisten und Bändern, sowie kopfgroßen Concretionen durchsetzt, welche zumeist zu Limonit oxydirt erscheinen. Im Hangenden des 11 m mächtigen Žiškafötzes befindet sich eine 2 m mächtige Lage von Kaolinit.

6. Die Graphitvorkommnisse zu Mühldorf, Marbach, Pöggstall (Nieder-Oesterreich) lagern theils am Contact von Schiefergneiß höherer Stufe (Paragneiß) und Kalkstein, theils befinden sich die Graphitlager in Wechselagerung mit Quarzschiefer, körnigem Kalkstein, Glimmerschiefer und Hornblendeschiefer. Instructiv ist das von

<sup>3)</sup> Elemente der Gesteinslehre, 1901, S. 484.

Hauer gegebene Profil von Wolmersdorf, wo 5 Graphitlager in dieser Weise vertreten sind.

7. Die nordsteirischen Graphite von Trieben, Mautern, Leims und Kaisersberg werden von tiefsten Schichten der nordalpinen Carbonserie, und zwar krystallin gewordenem Chloritidschiefer eingeschlossen, in welchem sich außer den vielfach auskeilenden Graphitflötzen und Linsen Anthracite, Conglomerate und Sandsteine, sowie Kalksteine einschalten. Der Graphit hat sich nicht selten das Aussehen der anthracitischen Kohle, aus welcher er hervorging, bewahrt. Innerhalb der Conglomerate liegt im Sunk bei Trieben dichter Serpentin, dessen Muttergestein bis heute nicht bekannt geworden ist. Bei Lorenzen beobachtete Paul (Vhdl. geol. Reichsanstalt 1872, 169) 7 übereinander folgende bis über 2 m mächtige Graphitflötze.

8. Die ausgezeichneten, angeblich gangförmigen Graphitvorkommen von Borrowdale (Cumberland) und Mariinskoi (Sibirien) sind leider so wenig erforscht und unsere Kenntniss davon so mangelhaft, dass nicht mit Zuverlässigkeit über das geologische Auftreten und deren Lagerungsverhältnisse berichtet werden kann. Erstere Gruben sind wegen Erschöpfung aufgelassen, heute unzugänglich, somit können die Nachrichten darüber keine Berichtigung erfahren; der Bergbau auf dem letzteren Vorkommen steht heute außer Betrieb. Nach den verschiedenen einander widersprechenden Nachrichten steht soviel fest, dass der Borrowdaler Graphit im Phyllit aufsetzt, der von einem „grünsteinartigen Porphy“ durchbrochen erscheint; dagegen sind die Lagerstätten der Graphitgrube Mariinskoi dem Gneiß eingelagert, welchem Kalkstein eingeschaltet ist, und der von Diorit durchbrochen wird (?).

9. Die Graphitlagerstätten der Insel Ceylon sind wohl durch die Arbeiten J. Walther's<sup>4)</sup> und Max Diersche's<sup>5)</sup> etwas besser bekannt geworden, allein die behauptete gangförmige Natur derselben wird nicht durch hinreichende Beweise unterstützt, erscheint daher unsicher. Die wichtigsten Gruben liegen bei Radegara nächst Kurunegala, wo der Graphit in granatreichem, unzersetztem, normalem Granulit und Pyroxen-Granulit angeblich in Gängen vorkommt. Andere Graphitlagerstätten liegen am Kaluganga bei Kaltura, welche in stark zersetztem Gneiß (Laterit) ebenfalls in Gängen auftreten; die Zersetzungszone soll jedoch schon bei 12 m Tiefe aufhören und dort dem frischen und festen Gestein Platz machen.

10. Die ausgezeichnete blätterige Graphitvarietät von Ticonderoga am Lake George im Staate New-York in Essex County im Zusammenvorkommen mit Pyroxen, Titanit und schwarzem Turmalin soll nach Leonhard (top. Min. 1843, 257) auf Gängen, Adern und Nestern im Granit vorkommen(?).

Hieraus ergibt sich zur Evidenz, dass trotz aller Vielgestaltigkeit eine Aehnlichkeit, beziehungsweise Ein-

heitlichkeit der oben angeführten Graphitvorkommen in petrographischer Hinsicht und betreffs der Lagerung nicht zu verkennen ist. Vor allem die fast allorts vorkommende Vergesellschaftung mit körnigem Kalkstein. Dieser, sowie Schiefergneiß, Glimmer-, Quarzit- und Chloritidschiefer repräsentiren die umschließenden, schichtigen Gebirgslieder, während dioritische Gesteine (Amphibolporphyrite und Lamporphyre) und mannigfaltige Amphibolite, sowie Serpentin als eruptive Massen oder von solcher Abstammung die Begleitung der Graphitlager in auffälliger Weise fast überall bilden.

Die Lagerungsverhältnisse sind, wo sie genügend erforscht sind, einander allorts insofern ähnlich, als der Graphit überall in Lagern und Linsen, nirgends in wirklichen Gängen vorkommt; der lagerförmige Typus geht successive in einen flötzähnlichen über, bis wir in den jüngsten Graphiten Obersteiermarks echte Flötze vor uns haben. In tektonischer Beziehung finden wir die Graphitlagerstätten ähnlich wie die Steinkohlenflötze in Mulden und Sätteln, jedoch von beschränkter Ausdehnung, eingelagert. So z. B. liegt das Sattelflötz der Altstadt-Goldensteiner Graphitablagerung auf einem domförmigen Gewölbe von 5 km Länge und 2½ km Breite, das Baderbergflötz in der angrenzenden Mulde. Das Graphitvorkommen von Lexen-Braune (bei Müglitz) bildet mehrere aneinander gereihte trogförmige Mulden zum Theil in überkippter Stellung. Die Graphitflötze des nordsteirischen Carbonzuges, die sich auf etwa 140 km Länge am Nordsaume der centralen Gneißmassen verfolgen lassen, befinden sich nach Vacek ebenfalls in geschützten Positionen längs der alten Thalfurchen. Die Tektonik zahlreicher Graphitvorkommen ist entweder gar nicht oder nur sehr mangelhaft erforscht und bei Beurtheilung der genetischen Verhältnisse bisher nicht berücksichtigt worden.

Eine Schwierigkeit der Weinschenk'schen Theorie von der epigenetischen eruptiven Entstehung der Graphitlager zu Passau und Krumau liegt darin, dass man keine Gewissheit darüber erlangt, in welchen Räumen die Graphitabscheidung stattfand. Da es doch sicherlich nicht Gänge, sondern typische Lager sind, auf denen der Graphit dort auftritt, so bleibt nichts anderes übrig, als die primäre, mit den anderen schichtigen Gebirgsgliedern gleichzeitige Entstehung auch für den Graphit anzuerkennen.

Es ist zu bewundern, mit welcher Stetigkeit die Graphitflötze der weitaus häufigeren Vorkommen im Streichen und Fallen in annähernd derselben Mächtigkeit und mit vollkommen parallelen Begrenzungsflächen, ähnlich wie Steinkohlenflötze, auf Kilometer weite Distanzen regelmäßig anhalten. Dieser auffällige, nur dem schichtigen Gebirge eigenthümliche Parallelismus herrscht sowohl zwischen den einzelnen Graphitlagerstätten untereinander, als auch mit den anderen Formationsgliedern. Man kann daher unmöglich zu der Vorstellung gelangen — die die Theorie Weinschenk's beispielsweise auf das Altstadt-Goldensteiner Sattelflötz oder das stark gefaltete Graphitvorkommen von Lexen-Braune

<sup>4)</sup> Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1889, 41, 360.

<sup>5)</sup> Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1898, 48, 231.

angewendet, dass Gangspalten von solch auffälligem Parallelismus und dieser Ausdehnung aufgerissen worden und hernach infolge Dislocation in ihre heutige Stellung gebracht worden wären! Auch das, was wir über das Aufreißen von einzelnen Gangspalten und Spaltensystemen wissen, steht in gar keiner Uebereinstimmung mit der äußeren Erscheinungsform der näher bekannten Graphitlagerstätten.

Durch die Graphitisirung der organischen Substanz ist deren Structur vollständig verschwunden und ist es durch die Anwesenheit des Graphits in den krystallinen Schiefen sehr wahrscheinlich gemacht, dass in jener ferneren Urzeit bereits die ersten Anfänge organischen Lebens vorhanden waren. Die jüngeren nordsteirischen Graphite von zweifellos organischem Ursprunge, sind nach dieser Richtung das verbindende Glied zwischen diesen und den Graphiten archaischen Alters. Erstere liefern uns den unanfechtbaren Nachweis, dass der Graphit die krystalline, metallartige Modification des Kohlenstoffs aus dessen amorpher Form der Steinkohle, beziehungsweise dem Anthracit entstanden ist.

Aus dem phytogenen Sediment des nordsteirischen Carbon hat sich somit successive Steinkohle und aus dieser der Anthracit gebildet, welcher zuletzt zum größten Theile graphitisirt wurde, in der Art, dass zwischen Anthracit verschiedene Uebergangsglieder bestehen; jedoch ist die Hauptmasse der nordsteirischen Graphitlager, (insbesondere das bergmännisch gewonnene Product) als Graphit zu bezeichnen, der dem dichten, böhmischen Graphit technisch gleichwerthig ist, diesen als eisenkiesfreie Qualität sogar übertrifft, demzufolge vor seiner Verwendung eine Aufbereitung (Schlammung) nicht benöthigt. Die nordsteirischen Graphite sind thatsächlich echte Graphite, sie geben nach A. Bauer und P. v. Mertens mit chlorsaurem Kali behandelt Graphitsäure, während die anthracitischen Glieder bloß humusartige Substanzen liefern.

Es ist nicht zu bezweifeln, dass der Graphit thatsächlich das Endproduct einer allmählichen Umwandlung der Pflanzenfaser ist, aus welcher die Steinkohle entstanden war. Nach allem ist er wohl das letzte Glied der Kohlenmetamorphose, jedoch nicht in der Art, dass aus dem modernen Torf durch allmählichen Verlust fast

aller flüchtigen Bestandtheile (Sauerstoff und Wasserstoff) die Braunkohle (Lignit), aus dieser die Steinkohle und weiterhin der Anthracit entsteht, der dann schließlich zum Graphit hinüber leitet.

Die successiven Uebergänge der gedachten Kohlengesteinsreihe können wir auch an der Hand nachstehender Analysen verfolgen. Es ist die mittlere chemische Zusammensetzung nach Abzug der Feuchtigkeit:

In 100 Theilen enthalten	Sandkohlen	Fettkohlen	Anthracite
Kohlenstoff	77,5	89,5	92,5
Wasserstoff	5,25	5,0	3,25
Sauerstoff und Stickstoff	17,25	5,5	4,25
Asche	5,42	5,42	10,50

In 100 Theilen enthalten	Die Hauptmasse der Fördergraphite					
	Mari-inskoi	Pas-sauer	Böhmischer	Ceylon	Steirischer	Mährischer
Kohlenstoff	38,91	42,67	43,90	62,5	73,30	53,0
Flüchtige Bestandtheile	1,77	3,49	2,60	5,00	1,63	3,0
Asche	59,32	53,98	53,50	32,5	25,07	44,0

Diese Ergebnisse sind aus zahlreichen Analysen berechnete Durchschnittswerthe von größeren Mengen currenter Förder- und Handelsgraphiten.

In sorgfältig ausgewählten Partien der Lagermasse steigt jedoch der Kohlenstoffgehalt der Ceylongraphite bei schöner Qualität bis 83,5%, bei vorzüglichster Qualität sogar bis 97,5%.

Ferner bricht auf den böhmischen Graphitlagern neben der Hauptmasse des dichten, harten Graphits ein Weichgraphit ein, welcher im natürlichen Zustand zu Bleistiften und Schmelztiegeln Verwendung findet, dessen Kohlenstoff 80-85% beträgt, ferner die reine zartschuppige (flinze) Graphitqualität der Idaschächter Hangendlager nächst Schwarzbach, deren Kohlenstoffgehalt bis 90 und 95% ansteigt und ausschließlich zu Gusstahliegeln verwendet wird. Die Menge des Naturgraphits macht jedoch auf denjenigen Theil der Lager, wo er vorkommt, nur ungefähr 15-20% ihrer abbauwürdigen Lagermasse aus.

(Schluss folgt.)

## Die Gesteinsbohrmaschinenfrage im Jahre 1902. — Druckluft und Electricität.

Von Th. Giller, Fabriksdirector.

(Schluss von S. 446.)

Für viele Fälle scheidet die elektrische Kurbelstoßmaschine wegen ihrer Unhandlichkeit, Complicirtheit und geringen Durchschlagkraft für den Vergleich eigentlich überhaupt aus, zumal sie noch den Nachtheil hat, nicht vertical nach oben bohren zu können. Der Unterschied im Kraftbedarf der Solenoid-Maschine und der pneumatischen Maschine ist ein verschwindend geringer und würde auch von geringer Bedeutung bleiben, wenn man den elektrischen Maschinen von ihrem Kraftver-

brauch noch etwas abhandeln würde. Denn die höheren Beschaffungs-, Betriebs-, Amortisations- und vor allem Instandhaltungskosten der elektrischen Maschinen gleichen die Ersparnisse des etwas geringeren Kraftverbrauches mehr als aus.

Ueberhaupt hat man der Frage des Kraftverbrauches bei Gesteinsbohrmaschinen eine Bedeutung beigelegt, die sie gar nicht besitzt. Es war aber für die Fabrikanten elektrischer Stoßbohrmaschinen ein praktisches Schlag-

Bei der in diesem Beispiel gewählten Beschaffenheit der Flötzüberlagerung und bei einer Bauhöhe bis zu 12 m im Kammerbruchbau würde die Schutzpfeilerbreite auf Grund derselben Prämissen, wie sie hier zur Ermittlung der erforderlichen Schutzpfeilerbreite auf das weitgehendste angenommen wurden, festgestellt worden sein.

Die bei dem Kammerbruchbau um die verhältnissmäßig kleinen Kammerflächen stehen gelassenen Sicherheitspfeiler behindern den Eintritt größerer Terrainziehungen außerhalb der Lage des äußersten Bruchrisses. Bei dem Etagenbau, welcher die vollständige

Auskolung des Flötzes zum Zwecke hat, kann jedoch eine Zichung des den äußersten Bruchriss begrenzenden Dachgebirges in der Richtung gegen die Bruchmitte aus dem Grunde eintreten, weil der abgebaute Flötztheil eine verhältnissmäßig große Fläche einnimmt, innerhalb welcher Terrainziehungen behindernde Sicherheitspfeiler nicht vorhanden sind. Ob und in welcher Ausdehnung derartige Terrainziehungen infolge des Flötzabbaues vermögens, resultirt aus der nachstehenden Erörterung dieser Frage.

(Schluss folgt.)

## Die Entstehung der Graphitlagerstätten.

Von **Franz Kretschmer**, Bergingenieur in Sternberg (Mähren).

(Schluss von S. 458.)

An der Hand der oben angeführten Analysen gelangen wir zu der Thatsache, dass die Hauptmasse des natürlich vorkommenden Graphits sehr wesentliche, ins Gewicht fallende Unterschiede im Kohlenstoffgehalte aufweist. Der Kohlenstoffgehalt der Steinkohlen bewegt sich allgemein von den Sand- zu den Sinter-, Back- und Fettkohlen, ferner zu den Anthraciten in aufsteigender Linie; im Gegensatze hiezu nimmt der Kohlenstoffgehalt der Graphite der jüngeren Formationen zu denjenigen der archaischen Gebilde ab, während gleichzeitig der Aschengehalt in umgekehrter Proportion steigt.

Hieraus ist die successive fortschreitende Degenerierung der organischen Substanz deutlich erkennbar; dieselbe beruht unzweifelhaft auf nachheriger, allmählich zunehmender stofflicher Zufuhr auf dem Wege der Infiltration, und zwar, wie die folgenden Aschenanalysen nachweisen, hauptsächlich von Ferrisulfid, Kieselsäure und Kalkecarbonat:

In 100 Theilen enthalten	Graphitaschen		
	Sibirische	Steierische	Mährische
Kieselsäure	65,47	59,41	45,07
Thonerde	23,33	32,07	13,33
Eisenoxyd	7,63	4,58	33,58
Kalkerde	} 3,57	0,57	4,34
Bittererde		1,21	0,65
Kali	?	1,56	?
Natron	?	0,41	?
Schwefel	?	Spur	3,03
Phosphorsäure	?	0,19	?
	100,00	100,00	100,00

Die Asche der steierischen Graphite nähert sich in ihrer chemischen Beschaffenheit der gewöhnlichen

Steinkohlenasche, welche wahrscheinlich von Einschwemmung von Landdetritus (Thonschlamm) herrührt; damit im Gegensatze zeigt die Asche der Altstädter Graphite durch den hohen Gehalt an Eisenoxyd und mehr Kalkerde ein wesentlich anderes Bild; ersterer rührt von der fortschreitenden Imprägnation der Flötzmasse durch Pyrit und Magnetkies, indem die organische Substanz Metallsalze an sich zieht, und von der Zufuhr an Kalkecarbonat her. Pyrit und Magnetkies wurden sodann theilweise in Limonit umgewandelt. Der überwiegende Theil geht jedoch beim Einäschern in Eisenoxyd und schwefelsauren Kalk über.

Allerdings führen Analysen für wissenschaftliche Zwecke, an sehr reinem Material von den werthvollsten Vorkommnissen ausgeführt, wohl zu wesentlich anderen Resultaten; sie bieten jedoch nur ein mineralogisches Interesse und geben kein richtiges Bild von der chemischen Constitution der gesammten Lagerstätte. Solche Bestimmungen von einzelnen, besonders prächtigen Handstufen oder sorgfältig ausgewählten reinen Lagerpartien ergaben im Durchschnitt zahlreicher Analysen hinsichtlich des Graphits und seiner Asche, folgende mittlere procentuelle Zusammensetzung.

Diese Graphitproben genügen jedoch nicht, weil sie bloß die ideal reine Substanz zum Gegenstande haben, keinen Maßstab für die Constitution der Lagerstätte in ihrer Gesammtheit abgeben, zu welcher auch die Verunreinigungen gehören und bei vergleichenden genetischen Betrachtungen zu berücksichtigen sind, denn die Graphitsubstanz war im Laufe der langen Bildung mannigfachen Veränderungen und stofflichen Zufuhren unterworfen, welche in den einzelnen Lagerstätten und ihren Theilen verschieden einwirkten. Obige Aschen der reinen

Graphitbergbaue zu	Graphit				In 100 Theilen Asche enthalten				
	Dichte	C	flüchtige Substanz	Asche	Si O <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe O	Mg O + Ca O	Alkalien und Verlust
Borrowdale (Cumberland)	2,47	87,96	1,86	10,17	57,25	26,6	11,0	4,3	0,8
Schwarzbach (Böhmen)	2,28	89,55	2,57	7,87	61,90	28,5	7,15	1,1	1,3
Passau (Bayern)	2,30	81,08	7,30	11,62	53,7	35,6	6,8	1,7	2,2
Mariinskoi (Sibirien)	2,18	93,85	0,66	5,94	64,2	24,7	10,0	0,8	0,3

Graphitsubstanz entfernen sich in ihrer chemischen Substanz nur wenig von jener der Steinkohlenasche, gegen welche letztere dieselben nur etwas reicher an Kieselsäure, dagegen ärmer an Thonerde sind.

Die Menge des Kohlenstoffes entscheidet übrigens nicht über den Werth des Graphits, sondern über seine Verwendbarkeit für pyrometrische Zwecke und für diejenigen der Bleistiftfabrication. Erstere ist abhängig von dem höheren Grade der Krystallinität, d. h. von dem mehr oder weniger großen Gehalt an großen Graphitschuppen (Flinze); Ceylon- und Mariinskoi-graphit sind zum Theil nicht nur schuppig, sondern auch faserig (holzstrukturähnlich) bis stengelig. Weiter steht die Schwerverbrennlichkeit zum Aschengehalt in naher Beziehung und wird der pyrometrische Werth nach Bischof von der Qualität der accessorischen Bestandtheile respective dem Verhältniss der Thonerde zu den Flussmitteln, nebst den eventuell ergänzenden, dem der Thonerde zur Kieselsäure bestimmt.

Im Passauer Graphit werden die hochfeuerbeständigen Graphitschuppen von dem anhaftenden erdigen Graphit und der Lagerart durch den Mahlprocess seitens der Schmelztiegelfabriken getrennt und enthält der so gereinigte Graphit: 62,8% Kohlenstoff, 33,8% Asche, sowie 3,4% flüchtige Bestandtheile.

Durch den Mahlprocess kann man speciell vom Pfaffenreuther Graphit nach Dr. H. Putz bis 27,7% Graphitschuppen mit 26,7% Asche, durch den Schlemmprocess mittelst Rohpetroleum bis 63,8% solcher Flinze mit 17,4% Asche trennen, und zwar mehr oder weniger je nach dem Grade der Lockerheit der Graphitmasse, was durch Verwitterung der letzteren unter dem Einflusse der Atmosphärien befördert wird. Die Feuerbeständigkeit des gereinigten Passauer Graphits, sowie des Schmelztiegelgraphits überhaupt nimmt jedoch mit dem Aschengehalte zu, sie wird durch das Kieselskelet der Graphitschuppen bedingt; ersterer bleibt in der Form der letzteren in der Graphitasche erhalten zurück.

Zur Bleistiftfabrication sind nur die im Naturzustande feinschuppig vorkommenden Graphitvarietäten verwendbar, während die viel größere Menge und an einer großen Zahl von Fundpunkten vorkommenden grobschuppigen, dichten, sowie erdigen Abarten für diesen Zweck unverwendbar sind. Je reiner die Beschaffenheit, desto werthvoller ist in diesem Falle das Naturproduct. Nachdem die Gruben Borrowdale (Cumberland) erschöpft, die Mariinskoi-Gruben (Sibirien) wegen der von der russischen Regierung erhobenen Schwierigkeiten still liegen, so sind es die Graphitgruben bei Schwarzbach (Böhmen), welche heute den größten Theil des zur Bleistiftfabrication nöthigen Graphits beistellen, und zwar ist es der oben erwähnte weiche Naturgraphit, welcher zu diesem Zwecke in den Bleistiftfabriken zu Nürnberg, Wien, sowie Frankreich und England etc. Verwendung findet.

Der feinschuppige Graphit der Gruben von Borrowdale lieferte seinerzeit das Material zu den besten englischen Bleistiften, zu welchen er

fast ausschließlich Benützung fand; nur den unreinen Abfall hat man zu Tiegeln verarbeitet.

Noch werthvoller für die Zwecke der Bleistiftfabrication ist das Material der Mariinskoi-Grube (Alibertgraphit), das wohl zum größten Theile dicht und feinschuppig ist; daneben kommen hier auch prachtvolle faserige, holzfaserähnliche, theils stengelige, auch nierenförmige Aggregate vor.

Dagegen liefert der grobschuppige Ceylon-graphit neben dem Passauer Graphit die vorzüglichsten Schmelztiegel, für welche Zwecke er fast ausschließlich benützt wird. Was die Structur betrifft, so erscheint neben der grobschuppigen auch die grobstengelige in paralleler und radialer Anordnung, die Blätter und Stengel häufig geknickt, gekröseartig gebogen und gewunden.

Im Ticonderogagraphit besitzen wir ein höchst werthvolles Material von solcher natürlicher Reinheit, dass es zur Schmierung aller Arten von Maschinenachsen und Lagern, Cylindern von Dampfmaschinen, Locomotiven, Druckluft- und Gebläsemaschinen geeignet ist, wobei eine 30—60%ige Ersparniss gegen anderes Schmiermaterial erzielt wird. Dasselbe wird unter dem Namen Dixon's Flocken-graphit in den Handel gebracht. Die Anwesenheit von Quarzeinschlüssen und Silicaten macht die meisten anderen Graphite für diesen Zweck unverwendbar.

Um ein Bild von der Wichtigkeit des einzelnen Graphitvorkommens zu geben, sind nachfolgend die

Staaten und Länder	Graphitproduction			
	Jahr 1889		Jahr 1899	
	q	%	q	%
Oesterreich.				
Böhmen (Schwarzbach, Stuben, Mugrau, Kruman, Kolowitz, Jobova Lhota)	124 872	55,91	148 762	46,75
Mähren (Altstadt, Goldenstein, Schweine bei Müglitz, Groß-Tresny bei Oels)	50 264	22,50	87 823	27,60
Niederösterreich (Mühlendorf, Marbach, Gföhl, Japons, Feistritz bis Pögstall)	12 530	5,61	10 087	3,17
Steiermark (Kaisersberg, Mautern, Leims, Hohentauern, St. Lorenzen, Kapellen und Wriessing)	35 695	15,98	71 521	22,48
Zusammen	223 361		318 193	
Deutsches Reich (Bayern)	Jahr 1899 51 960		Jahr 1900 92 480	
Vereinigte Staaten Nordamerikas	Jahr 1898 18 779		Jahr 1899 34 238	
Italien	—		Jahr 1899 99 900	
Japan (zu Aramachino)	—		Jahr 1897 3 909	

Förderungen in den wichtigeren Productionsgebieten, nach Ländern geordnet, angeführt.

Daraus geht hervor, dass Oesterreich an der Spitze der graphitproducirenden Staaten steht und seine Rohgraphitförderung in stetiger Zunahme begriffen ist. Unter seinen Ländern weist wohl Böhmen die größte Production auf, allein sie befindet sich im Rückgange, während diejenige Steiermarks und Mährens im Zeichen des Aufschwunges steht.

Nach diesen Erörterungen zu den genetischen Auseinandersetzungen zurückkehrend, erscheinen in dieser Beziehung hochwichtig die Umwandlungsprocesse, von denen die Gesteine der verschiedenen Graphitgebiete in mehr oder weniger hohem Grade betroffen worden sind. Ueber diese Umwandlungsvorgänge verdanken wir E. Weinschenk sehr genaue und eingehende Untersuchungen, insbesondere über die Zersetzungen von großer Intensität, denen der Graphitgneiß, sowie die anderen Silicatgesteine des Passauer Graphitgebiets ausgesetzt waren und die mit einer weitgehenden Auflockerung der ursprünglich festen Gesteine bis zu erdigen Massen einhergingen. Die gedachten Gesteine sind entweder kaolinisirt oder zu einem mulmigen Gemenge aller möglichen Silicate zerlegt. Diese Zersetzungsproducte sind:

Kaolin, aus dem Gneiß und Syenit hervorgegangen; neben Kaolin kam massenhaft Opal zur Ausscheidung.

Nontronit, das dem Kaolin entsprechende Eisenoxydsilicat, gemengt mit Hornblende, Opal, Chloropal und Graphitschuppen.

Mog, wasserhaltiges Mangansuperoxydsilicat, gemengt mit Batavit, einem nakritähnlichen Mineral, bestehend aus wasserhaltigem Magnesia-Thonerdesilicat, das speciell aus Gneiß hervorging und worin accessorisch Hornblende, Spinell, Apatit, Braunit und Graphit eingestreut sind.

Aehnliche Zersetzungen und Auflockerungen des ursprünglichen Gesteinsgefüges erlitten auch die den Graphit begleitenden Gneiß bei Schwarzbach und Krumau. Kaolin wurde auch hier an zahlreichen Stellen längs der Graphitlager gewonnen; ferner fehlen nicht Nontronit, Opal, Chloropal, auch Mog und Batavit findet sich, zu welchem Gemenge der Gneiß decomponirt erscheint; accessorisch hin und wieder eingestreut Turmalin, Uran glimmer, letzterer in geringen Spuren auf den Graphitlagern selbst.

E. Weinschenk hält dafür, dass diese Umwandlungsproducte mit der Entstehung der Graphitlagerstätten verknüpft seien, und legt denselben ein ihnen nicht zukommendes Gewicht bei, weil solche Zersetzungen nicht überall in gleich hochgradiger Intensität vorhanden sind, so z. B. fehlen Kaolinlager dem Altstadt-Goldensteiner, sowie dem Vorkommen von Lexen-Braune fast gänzlich, es sind davon kaum nennenswerthe Massen vorhanden. Von Interesse sind jedoch an den ersteren beiden Orten Gneiß und Glimmerschiefer, die dadurch bemerkenswerth sind, dass sie stets rostig und eisenschüssig in der unmittelbaren Begleitung der Graphitflötze auftreten, sowie kaolinisirte Pegmatite bei Schweine.

Die Oelser Graphitlager begleiten untergeordnete Thonlager. Der Ceyloner Graphit bei Kaltura lagert im Gneiß, sogenanntem Laterit, einer blassrothen Kaolinmasse, dagegen jener bei Radegasa in frischem Granulit.

Diese Zersetzungserscheinungen sind das Ergebniss epigenetischer Processe, die mit der Entstehung der Graphitmasse selbst in keiner Beziehung stehen, und erscheint somit die Anschauung Weinschenk's: „dass die Ablagerung des Graphits durch Zersetzung des Kohlenoxyds zum Theile unter starker Umwandlung und Hydratisirung des Nebengesteins durch die beigemengten Agentien, vor allem Kohlensäure und Wasser, zum Theile unter Zufuhr großer Mengen von Eisen- und Manganoxydin durch die Carbonyle entstanden sei,“ hinfällig.

Die epigenetischen Veränderungen, welche die Nebengesteine der Graphitlager, bzw. Flötze in mehr oder weniger mächtigen Zonen erlitten haben, wurden durch die aus dem Lagerkörper sich entbindende Kohlensäure bewerkstelligt, welche bald nach dessen Trocknung auf allen Structurflächen und Spalten der Gesteine zu entweichen begann und dabei auf ihrem Wege die obigen Zersetzungen und Neubildungen hervorrufen konnte. Silicatgesteine wurden zu plastischem Thon verwandelt, Kalk gelöst und zu Kalkspath umgesetzt, durch die organische Substanz reducirtes Eisenoxyd wurde von der Kohlensäure gelöst und als Siderit mit Thon vermengt in dem Gestein oder dem Flötzkörper abgesetzt, später höher oxydirt, in Eisenhydroxyd (Limonit) verändert (Eisendeckel, eisenschüssige Schiefer). Bei Gegenwart von Sulfaten (Gyps) entstand Schwefelkies (Pyrit) und Magnetkies, denen wir in so reichlichem Maße in den meisten Graphiten genau so wie in den Steinkohlen begegnen.

Kohlensäure und Wasser waren wohl auch hier die Agentien, welche, von Gesteinsmolecul zu Molecul wandernd, die intensive Hydratisirung der Nebengesteine, die Zufuhr der Oxyd- und Sulfosalze des Eisens und Mangans, sowie dessen Oxydation bewirkten, also nicht anorganische Kohlenoxydverbindungen des Eisens und Mangans, exhalirt von einem Granitmassiv, sondern aus dem phytogenen Flötzkörper.

Die Titansäure der hie und da stärker auftretenden, zum Theil sagenartigen Rutilgewebe der zersetzten Graphitgneiß war darin, wie in vielen anderen Gneiß, ursprünglich vorhanden, wurde auch zum Theil aus den nahen, an Titansäure reicheren Amphibolgesteinen durch die geschilderten Umwandlungsvorgänge zugeführt und local angereichert, in dem Bestreben, das Gleichartige zusammenzuführen und die festesten Verbindungen zu bilden; keineswegs weisen aber diese geringen Mengen von Rutil auf Cyanverbindungen hin, die den gedachten granitischen Gasexhalationen Weinschenk's beigemengt waren.

Der Graphit ist die metallartige der beiden krystallinen Modificationen des Kohlenstoffes; seine schuppigen Aggregate sind nur nach zwei Dimensionen entwickelt, während die dritte, nämlich jene der Länge, mangelt, wodurch sie dem

Glimmer so nahe verwandt erscheinen, dass wir wohl zu dem berechtigten Schlusse gelangen und sagen dürfen, der Graphit ist die Glimmerform des Kohlenstoffes und wie dieser unter hohem Drucke gebildet worden.

In der Regel ist der Lager- oder Flötzmasse die ursprüngliche Schichtung des phytogenen Sediments gänzlich verloren gegangen, diese musste der Schieferung weichen. Die amorphe Structur wird durch feinkörnige blätterige, weiterhin durch schuppige Aggregate verdrängt. Häufig ist der ganzen Lagermasse eine krummschalige Structur eigenthümlich; dieselbe erscheint in ovale oder mannigfaltig gekrümmte Scherben und Linsen zerquetscht, welche mit vielen metallartig glänzenden Harnischen überzogen sind; oder sie ist stellenweise gekröseartig vielfach gefaltet und gewunden. Das alles sind Ursachen derselben langsam, aber durch lange Zeiträume wirkenden Druckkräfte, unter deren Einfluss der Graphitisationsprocess vor sich ging.

Als Resultat derselben mechanischen Einwirkungen stellt sich auch die stengelige Structur des Ceylgraphits dar, sowie die holzfaserähnliche und gefaltete des Mariinskoi-(Alibert-)Graphits; keineswegs ist dieselbe eine Folge thatsächlichen Contactes mit einem Eruptivgestein, in welchem Falle Kohlegesteine lediglich an der durchbrochenen Stelle, beziehungsweise der Berührungsfäche eine stengelige Structur annehmen.

Wir kommen nun auf Grund der obigen Ausführungen bezüglich der Genesis der Graphitlagerstätten zu dem Schlusssatze, dass aus der Steinkohle der amorphen steinigen Modification des Kohlenstoffes durch das Zwischenglied des Anthracits die krystalline metallartige Modification des Graphits entstanden ist und dass der Graphitisationsprocess unter dem Einfluss mechanischer Kräfte, nebenbei unter der Einwirkung eruptiver Massengesteine bewerkstelligt wurde, und zwar:

1. War es die Schwerkraft überlagernder Gesteinmassen, also einfache Druckwirkung (Dynamometamorphose), welche auf den Graphitisationsprocess begünstigend einwirkte.

2. Gebirgbildender Druck, Faltungsprocess durch Tangential Schub, als dessen Resultat die schichtigen Gesteine mit den Graphitflötzen oft zu dicht aneinandergereihten Mulden und Sätteln oder ganzen Falten in stehender oder überkippter Stellung zusammengeschoben wurden (Stauungsmetamorphose).

Es sind dies (sub 1 und 2) hauptsächlich dieselben Kräfte, deren Wirksamkeit wir die krystallinen Schiefer zu verdanken haben, und sind auf diesem Wege alle metamorphen Sedimente umgewandelt worden, und zwar sind aus den ursprünglichen und mannigfaltigen Thon- und Mergelschiefern, sowie den Sandsteinen sowohl die Phyllite und Glimmerschiefer als auch die Pelit-, Psammit- und Graphitgneise zur Entstehung gelangt, was durch den unverändert gebliebenen chemischen Gesamtbestand nachgewiesen ist.

3. Contactmetamorphische Einwirkungen sind durch die Anwesenheit von basischen Eruptivgesteinen (Amphibol- und Augit-Plagioklasgesteinen) in fast allen Graphitgebieten sicherlich anzunehmen, wenn auch diesen Erscheinungen nicht der Einfluss auf die Graphitisirung in dem Maße wie den beiden ersteren beigelegt werden kann. Der directe Nachweis hierfür auf den Contactflächen selbst ist allerdings nur in seltenen Fällen zu erbringen möglich.

Es ist zweifellos, dass vermehrte Wärmezufuhr auf den Verkohlungsprocess, beziehungsweise die Graphitisirung förderlich einwirkte; die Erscheinungen der Dynamometamorphose und der Contactmetamorphose fließen jedoch bei diesen (geologisch gesprochen) zumeist sehr alten Lagerstätten dergestalt ineinander, dass sie nicht mehr auseinander zu halten sind, zumal auch durch dynamische Kräfte an und für sich größere Wärmemengen erzeugt werden.

## Fortschritte auf metallurgischem Gebiete.

(Schluss von S. 465.)

In einer längeren Abhandlung werden in Nr. 9 von „Stahl und Eisen“<sup>20)</sup> die Fortschritte in der Theer- und Ammoniakgewinnung besprochen. Es interessirt vorzugsweise der bei bituminöser Kleinkohle anwendbare Mondprocess von Dr. L. Mond, welcher die entstehenden Theerdämpfe im Ofen selbst verbrennt und außerdem die Temperatur des Schachtofens durch Dampfeinführung niedrig hält. Er leitet die Destillationsgase in die heiße Ofenzone, wo der Theer verbrennt, hierauf durch einen Kühler und einen Wascher in einen mit Blei ausgekleideten Thurm, wo ihnen Schwefelsäure entgegenrieselt. Es bildet sich schwefelsaures Ammoniak, welches beim Auskrystallisiren ziemlich theerfrei ist. Die Gase werden dann einer weiteren Verwendung zugeführt.

<sup>20)</sup> Stahl und Eisen, 1902, 22, 509.

Auf die Behandlung von complexen, immer auch Kupfer und Ni und Fe enthaltenden Sulfiderze sind mehrere Patente genommen worden. Das eine<sup>21)</sup> arbeitet mittels trockener Sulfatirung, indem über das auf 500—1000° erhitzte Erzgut ein trockenes Gemisch von SO<sub>2</sub> und Luft geleitet wird. Die gebildeten Sulfate werden dann ausgelaugt. Das andere<sup>22)</sup> trennt die Sulfate durch Ausfrieren. Schwer schmelzbare Erze<sup>23)</sup> dagegen werden mit einem Chlorid und Schwefel oder einem Sulfid geröstet, wobei gasförmige Chloride entstehen, welche in Thürmen condensirt werden. Eine Legirung<sup>24)</sup> aus annähernd gleichen Mengen von Cu

<sup>21)</sup> Chem.-Ztg., 1902, Nr. 29, S. 314, D. R.-P. 130 298.

<sup>22)</sup> Chem.-Ztg., 1902, Nr. 29, S. 314, D. R.-P. 129 900.

<sup>23)</sup> Chem.-Ztg., 1902, Nr. 35, S. 388, Engl. Pat. 23 477.

<sup>24)</sup> Chem.-Ztg., 1902, Nr. 49, S. 560, D. R.-P. 132 070.