

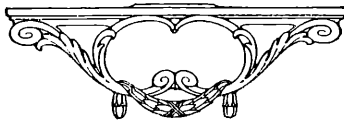
Erstreckt sich das Vorkommen von  
Graphit im Bayerischen Walde  
in bedeutende Teufen  
oder nicht?

Studien und Beobachtungen

von

Dr. Heinrich Putz,

Kgl. Hochschulprofessor in Passau.



Passau 1911.

Buchdruckerei von Ablasmayer & Penninger.



## Erstreckt sich das Vorkommen von Graphit im Bayerischen Wald in bedeutende Teufen oder nicht?

Diese Frage drängt sich auf, wenn es sich darum handelt, ob künftig im bayerischen Graphitgebiet Aussicht auf eine ansehnlichere dauernde Graphitproduktion vorhanden sei. Meine und meines Sohnes Friedrich Putz vieljährigen Arbeiten betr. Graphit-aufbereitung im Laboratorium und in der Praxis hatten insoferne Erfolg, als es uns gelang, die Krupp'schen Gußstahlwerke in Essen dem nach unserem Verfahren aufbereiteten bayerischen Graphit zu öffnen, und als diese größten und berühmtesten Werke Deutschlands in Aussicht stellten, ihren sehr bedeutenden Bedarf künftig mit solchem Graphit decken zu wollen. Dieses, sowie die Möglichkeit, auch die Ausbeute aus den verschiedenen Rohgraphiten nach einem neuen, von uns ausgearbeiteten Verfahren bedeutend erhöhen, und Graphite, welche bisher der Aufbereitung unzugänglich waren, ebenfalls nutzbar machen zu können, gab vor einem Jahre einem Konsortium auf Veranlassung des Graphitgrubenbesitzers Xaver Andorfer in Untergriesbach den Anstoß, eine Graphitbergbau-Aktiengesellschaft zu gründen.

Da die bisher von den Graphitgruben erreichten Teufen unbedeutend sind, muß die Beantwortung der gestellten Frage durch Erwägungen und Schlüsse aus unseren dermaligen Kenntnissen von den Graphitlagerstätten im allgemeinen versucht werden. Die Gelehrten, welche sich mit dem Vorkommen des Graphites beschäftigt haben, sind dieser Frage nicht näher getreten. v. Gümbel hat in seiner ausführlichen Beschreibung des ostbayerischen Grenzgebirges nur einen einzigen diesbezüglichen Satz geschrieben. Es ist notwendig, die vorhandene Literatur über Graphit durchzugehen und zu untersuchen, wie sich unsere Frage nach den Ansichten der Fachmänner über die Art des Vorkommens von Graphit, über dessen Beschaffenheit, über die mögliche Entstehung von Graphit, über die Beschaffenheit und Entstehung auch des Nebengesteins im allgemeinen und nach den Beobachtungen im Graphitgebiet des Bayerischen Waldes im besonderen beantworten läßt.

Im Folgenden sollen diese Gesichtspunkte, jedoch nicht in strenger Sonderung, mit Bezug auf unsere Frage zusammengestellt, die Antwort soll nach den in der Literatur niedergelegten Ansichten der einzelnen Autoren, diese als richtig angenommen, zu geben versucht werden.

Da die Ansichten über Graphit noch sehr weit auseinandergehen, möchte ich schließlich mit der Meinung, die ich mir nach meinen eigenen Beobachtungen und Erfahrungen mache, nicht zurückhalten.

## 1. Art des Vorkommens und der Entstehung des Graphites.

Wenn das Vorkommen des Graphits das gleiche wäre, wie das der Erze, nämlich in Gängen, welche von unten her aus der Tiefe als Spalten und Klüfte des Gebirges gefüllt wurden, so gälte offenbar wie für diese die Annahme, daß sie in die „ewige“ Teufe des Bergmanns reichen; man könnte soweit vordringen, als die sonstigen Verhältnisse es erlauben. Theoretiker meinen, die Erstreckung der Spalten könne etwa bis zu 2000 oder 4000 Meter gehen. Wegen der höheren Temperatur im Erdinnern müßten Erzgänge als solche dort aufhören, zu bestehen.

Bei Erzen unterscheidet man nach ihren Beziehungen zum Nebengestein Quergänge, Lagergänge, und Gänge auf Gebirgs-Scheiden, d. h. auf der Grenze zwischen zwei Gesteinskörpern. Die Lagergänge kommen nur bei geschichtetem Gestein vor; sie haben mit den Schichten gleiches Streichen und Fallen, füllen also Spalten aus, welche längs der Schichtenfugen aufgerissen sind. Sie haben demnach eine allgemeine Ähnlichkeit mit den Lagern, und manchmal ist es schwer, Lager und Lagergänge von einander zu unterscheiden. Als Unterscheidungsmerkmale zwischen beiden können folgende gelten: Die Lagergänge können begleitet sein von gangartigen Ausläufern, welche die Schichten besonders gern im Hangenden quer durchschneiden, manchmal werden sie im Streichen oder Fallen zu Quergängen oder springen längs kurzer Querspalten von einer Schichtfuge auf eine andere über. (A. Bergeat, Die Erzlagerstätten S. 472 und folgende.)

### a) Ansichten, welche den Graphit als aus Kohle (organischer Substanz) entstanden und demgemäß gelagert annehmen.

Credner z. B. sagt in seinem weitverbreiteten Lehrbuche der Geologie über den Verkohlungsprozeß: Sein Ziel erreicht dieser erst, wenn Anthrazit und Graphit hervorgebracht sind.

Neumayr-Uhlig, Erdgeschichte 2. Auflage 1905 p. 660 . .

„Da wir alle Ursache haben, den Graphit als das Endglied der Bildungsreihe der Mineralkohlen anzusehen, eine Reihe, die vom Graphit durch Anthrazit, Steinkohle und Braunkohle bis zu den Torfmooren der Jetztzeit führt; da Graphitlager in der Kohlenformation der Nordalpen, und zwar in pflanzenführenden, aber in

krystallinische Schiefer umgewandelten Gesteinen vorkommen; da ferner alle mächtigen Kalklager der nacharchaischen Perioden organischer Herkunft sind, und auch das Bitumen als organischer Entstehung angenommen wird, so hat es eine gewisse Berechtigung, wenn wir aus diesen Vorkommnissen auf das Vorhandensein tierischen und pflanzlichen Lebens zur archaischen Zeit zurückschließen.“ Franz Kretschmer, Berg-Ingenieur, Sternberg, Mähren, sagt in einer Abhandlung über die Entstehung der Graphitlagerstätten (Österr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen 1902): „Es ist nicht zu bezweifeln, daß der Graphit tatsächlich das Endprodukt 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 Bestandteile (Sauerstoff, Wasserstoff) die Braunkohle (Lignit) aus dieser die Steinkohle und weiterhin der Anthracit, entsteht, der dann schließlich zum Graphit hinüberleitet.“

Es sind die von Kretschmer hauptsächlich studierten Lagerungsverhältnisse, welche ihn in dieser Ansicht bestärken. Er sagt: „Die Lagerungsverhältnisse sind, wo sie genügend erforscht sind, einander allerorts 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. „ Da es doch sicherlich nicht Gänge, sondern typische Lager seien, in denen der Graphit bei Passau auftritt, so bleibe nichts anderes übrig, als die primäre, mit den anderen schichtigen Gebirgsgliedern gleichzeitige Entstehung auch für den Graphit anzuerkennen. — Es sei 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 eigentümliche Parallelismus herrsche sowohl zwischen den einzelnen Graphitlagerstätten untereinander, als auch mit den anderen Formationsgliedern. Man könne also daher unmöglich zu der Vorstellung gelangen, daß Gangspalten von solch' auffälligem Parallelismus in dieser Ausdehnung aufgerissen worden und hernach infolge Dislokation in ihre heutige Stellung gebracht worden wären. Auch das, was wir über das Aufreißen von einzelnen Gangspalten und Spaltensystemen wissen, stehe in gar keiner Übereinstimmung mit der äußeren Erscheinungsform der näher bekannten Graphitlagerstätten.

An dieser Ansicht hält Herr Ingenieur Kretschmer auch heute noch fest; in einem gefälligen Schreiben, wofür ich zu verbindlichem Danke verpflichtet bin, äußert sich derselbe dahin, daß die Zahl der gangförmigen Vorkommen mit der fortschreitenden Er-

forschung der wichtigeren Graphitlagerstätten immer mehr zusammenschmelzen werde, wie z. B. bei Batougol (Ostsibirien), Borrowdale, Cumnock (England). Auch ein genaueres Studium der Literatur über Ceylon bringe ihn zu der Überzeugung, daß der Graphit daselbst ebenfalls an Kalksteinlager gebunden sei, welche im Granulit eingefaltet seien. Es fehle auch eine jede für die gangförmige Natur charakteristische Krustifikation. Fast alle Graphitlager seien echte Kontaktlagerstätten, weisen nicht auf eruptive Entstehung hin, ausgenommen kleine schwache Trümmer, Einsprenglinge in Eruptivgesteinen, in welchen wohl Graphit magmatisch ausgeschieden sein mag. —

Noch ein zweites Moment zieht Kretschmer heran: „Die Graphitlagerstätten in Bayern, Böhmen, Mähren, Niederösterreich gehören sämtlich einer höheren Stufe im Gneisprofile an, die durch eine auffällige Mannigfaltigkeit der Gesteinstypen ausgezeichnet ist im Gegensatz zu den tieferen Gneisstufen, die durch ihren einförmigen petrographischen Charakter von höherer Krystallinität sowie durch ihre Lagerungsform als lakkolitähnliche intrusive Massen qualifiziert sind. Dagegen erscheinen die graphitführenden höheren Gneisetagen der oben genannten Vorkommen, zweifellos als eine metamorphe Facies ältester Sedimente, deren strukturelle Veränderungen und molekulare Umlagerungen durch dynamische Einflüsse zustande gekommen sind.

Auch Rosenbusch (Elemente der Gesteinslehre 1901) spricht die Ansicht aus: „Es scheint überhaupt, als komme der Graphit vorwiegend, wenn nicht ausschließlich als Kontaktbildung in der Nähe von Eruptivgesteinen in Gneisen vor.“ Er stellt die Cordierit- sowie die Graphitgneise des Passauer-Waldes ausdrücklich zu den sedimentären Paragneisen und sagt: „So wie der Quarz und Feldspat zu dem ursprünglichen Gesteinsbestande gehören, ebenso sind die den Glimmer vertretenden Graphitschuppen sicherlich keine sekundäre Infiltration, sondern ebenfalls ein primärer Bestandteil.“ —

Angenommen, die vorstehenden Ansichten seien richtig, welche Antwort ziehen wir daraus bezüglich unserer Frage?

Wir hätten anzunehmen: ursprünglich horizontal auf größere Flächen, vielleicht in Mulden ausgebreitete Kohlenlager, wären durch Gebirgsdruck und Wärme, ausgehend vom benachbarten Eruptivgestein, in Graphit, das als Unterlage dienende Sediment in krystallinen Schiefer verwandelt worden. Wären diese Gneisschichten noch in der ursprünglichen horizontalen Lage, so könnten wir offenbar in größeren Tiefen nur dann Graphit erwarten, wenn einige Kohlenflötze, wie in der Carbonzeit, übereinander mit Zwischenlagerung eben derselben Sedimente, die nachher in Gneis übergangen, abgelagert worden wären.

Nun sind aber die Gneisschichten des Bayerischen Waldes durch die gebirgsbildenden Kräfte aufgerichtet worden oder durch das Empordringen von eruptivem Gestein

und lagern nun mit einem größeren oder kleineren Einfallwinkel, etwa 45 bis 60 Grad. Sonach wird sich der Graphit, wenn auch die ursprüngliche Lagerung mannigfaltig gestört wurde, soweit in die Tiefe erstrecken, als vordem ihre horizontale Erstreckung war. Wenn ursprünglich mehrere Lager übereinander abgelagert worden waren, so befinden sich diese nun mehr oder weniger parallel neben, bzw. hintereinander.

Herr Ingenieur Kretschmer antwortete auf meine diesbezügliche Frage brieflich ebenso liebenswürdig folgendes: „ . über die tektonischen Verhältnisse des dortigen (bayerischen) Krystallinikums erfuhren wir bisher leider nichts. Die Tiefe, in welche die Graphitlager herabsetzen, ist in der Regel durch die Faltung gegeben, in welche die krystallinen Schiefer der Umgebung gelegt sind, sie wird also durch die Sättel und Mulden beschränkt, worin die Graphitlager eingeschaltet sind und erscheint von der Muldentiefe bzw. von der Sattelhöhe abhängig.“

In der Beschreibung der bayerischen Graphitlagerstätten ist indes niemals von muldenförmiger Anordnung der Linsen etc. die Rede, diese erscheinen ziemlich regellos neben und übereinander, konkordant im Gneis eingelagert, haben aber konstantes Streichen. Die Mächtigkeit der krystallinischen Schiefer ist jedenfalls bedeutend, wie allenthalben. Im Laurentinischen System Nordamerikas sollen sie eine Mächtigkeit von 6000 Meter haben.

Nach v. Gümbel (Ostbayerisches Grenzgebirge p. 42) beträgt selbst dicht an dem Donautal die Differenz der Höhe zwischen Berggipfel und Talsohle über 1500' (Höhenberg 2378' Jochenstein 835'). Wie weit die Gneise von der Donautalsole noch in die Tiefe niedersetzen, ist ganz unbekannt. Aber wo die krystallinischen Schiefer auftreten, bilden sie gewöhnlich die ältesten Gesteine. Unter ihnen müßte etwa das eruptive Gestein, welches die Gneisschichten stellenweise durchbrach, lagern, aber jedenfalls frei von Graphit, wenn dieser nur durch Umwandlung aus Steinkohlenflötzen hervorging.

## **b) Ansichten und Beweise auch für gangförmiges Vorkommen von Graphit.**

Die Umwandlung von Kohlenflötzen in Graphit durch Kontaktmetamorphose mit einem eruptiven Gestein wird von den Geologen für die Graphitlagerstätten der Alpen und andere allgemein anerkannt, aber andererseits wird auch behauptet und erwiesen, daß Graphit in echten Gängen gelagert ist z. B. auf Ceylon, in Indien, Kanada, Nordamerika etc.

Hören wir, was unsere deutschen Geologen über das Graphitvorkommen auf Ceylon berichtet haben.

Joh. Walther in Jena (Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft 1889 p. 359) schreibt über Graphitgänge in zersetztem Gneis (Laterit) von Ceylon. Auf einer mit Professor F. Exner aus

Wien unternommenen Bootfahrt auf dem Kaluganga nach Kaltura hatte er Gelegenheit, eine Graphitgrube zu untersuchen; er berichtet: „Der graue Domgneis, welcher in jenen Gegenden Ceylons vorherrscht, und der sich in mächtigen Blockdomen überall aus dem Urwald erhebt, war hier bis auf 12 Meter Tiefe so stark verwittert, daß er mit dem Messer schneidbar war etc. Von diesem 12 Meter tief aufgeschlossenen Laterit (Tagebau) hebt sich ein System verästelter Gänge von schwarzem Graphit in der auffallendsten Weise ab. Durch nachträgliche Verschiebungen längs der Klüfte sind an manchen Stellen die Stengel geknickt worden. Die Salbänder waren meist rot, rein von Graphiteinsprenglingen. Was die Bildungsart des Graphits anlangt, so sind vier Ansichten möglich:

1. „Da der Graphit häufig als flötzartige Einlagerung im normalen Verbands geschichteter Gesteine beobachtet worden ist, so wäre auch hier diese Annahme zu prüfen und zu untersuchen, ob nicht ein ursprünglich horizontal gelagertes Graphitband durch spätere Dislokationen zerstückelt und verworfen, jetzt den Anblick eines Gangsystems gewähre. Allein die genaue Untersuchung der Lokalität ergab, daß eine solche Anschauung nicht aufrecht erhalten werden kann, und eine Betrachtung des beigegebenen Holzschnittes wird den unbefangenen Beobachter leicht überzeugen, daß hier ein echtes Sprung- und Gangsystem vorliegt. Die spitzendenden Graphitapophysen finden keine entsprechende Fortsetzung, und soweit man aus den sandigen und tonigen Zonen des Laterits auf die Schichtung des ursprünglichen Gneises einen Schluß ziehen kann, schneiden die Graphitgänge die Gneisschichten unter einem ansehnlichen Winkel. Es bleibt somit nur die Annahme übrig, daß in dem unzersetzen Gneis durch Dislokationen Klüfte entstanden, welche mit Graphit erfüllt wurden. Bei der späteren Zersetzung des Gneises zu Laterit blieben die Gänge ungeändert im Laterit, ein sprechender Beweis dafür, daß dieses Gestein hier an Ort und Stelle gebildet und nicht umgelagert worden ist.“

2. „Die Frage, in welcher Weise die Gänge gefüllt wurden, ist schwierig zu beantworten“: (im Auszug)

a) eruptives Empordringen wird von Sandberger (1887) verneint, weil der Graphit Eisenkies enthält, der bei hoher Temperatur niemals entstehen kann, und auch Rutilnadeln würden wohl durch Kohlenstoff zu metallischem Titan reduziert worden sein;

b) kohlenstoffhaltige Verbindungen, in Wasser gelöst, haben das Gestein durchtränkt. Wir kennen keinen solchen Prozeß; das Nebengestein ist frei von Graphit, auch die Salbänder;

c) ein Gas gelangte in die Gänge. Der Kohlenstoff als solcher sublimierte wohl nicht; es mögen etwa Cyan-Verbindungen gewesen sein.

Kohlenstoffhaltige Dämpfe; die im Graphit eingeschlossenen Mineralien müßten dann als Fragmente des ursprünglichen Gneises aufgefaßt werden, welche in der Graphithülle der Zersetzung ent-



gingen, teils als nachträgliche Ausscheidung wässeriger Natur. Diersche (Jahrbuch der geologischen Reichsanstalt, Wien 1898 p. 231) bearbeitete das Material, welches 1894 Geh. Bergrat Professor Dr. Zirkel auf einer Reise durch Ceylon mitbrachte. „Die Berge des zentralen Gebirgsmassivs, sowie die ihm vorgelagerten Hügel bestehen vorwiegend aus krystallinischem Schiefer und zwar nimmt darunter der Gneis, welcher von jeher als das Hauptgestein Ceylons angesehen wurde, eine hervorragende Stellung ein; neben ihn tritt der Granulit, sowohl normaler als auch Pyroxengranulit. Granite sollen diese Gesteine an einzelnen Orten durchbrechen. Auch Quarzit wird im Gebirge gefunden.

Das eigentümliche geologische Auftreten des Graphits auf Ceylon, welches jedenfalls allgemein ein gangartiges ist, scheint geeignet, die früher gehegte Ansicht, welche im Graphit die Reste der archaischen Flora und Fauna sieht, vollständig zu widerlegen. Es ist allerdings sehr verlockend, den Graphit als das Endprodukt eines progressiven Verkohlungsprozesses anzusehen, der zuletzt unter immer größerer Anreicherung von Kohlenstoff den Graphit lieferte. Die Flötze und Bänke von Graphit, welche mit den Gesteinen der archaischen Formationen wechsellagern, sprechen zwar für eine Analogie mit den jüngeren Bildungen, den Kohlenflötzen (für sie mag vielleicht jene Ansicht Geltung behalten), aber die gangartige Ausbildung des Ceylon-Graphites ist mit dieser Meinung unvereinbar.

Da der Graphit auf Ceylon in der Form von Spaltenausfüllung mit durchgreifender Lagerung das Nebengestein durchsetzt, und auf Grund der Struktur sowie der fremden Einschlüsse an der echten Gangnatur kein Zweifel sein kann, so konnte es zunächst als das Natürlichste erscheinen, ihn als ein ehemaliges eruptives Magma anzusehen.

Dasselbe kann schwerlich ein reines Kohlenstoff-Magma gewesen sein, da ja der Graphit als eines der feuerfestesten Minerale gilt und dementsprechend verwendet wird. H. Moissan nimmt daher an, ausgehend von der künstlichen Bildung aus mit Kohle übersättigtem geschmolzenem Eisen, daß der Graphit bei sehr hoher Temperatur aber mäßigem Druck aus dem Eisenmagma auskrystallisiert sei, welches später durch chemische Agentien, denen gegenüber der Graphit äußerst widerstandsfähig ist, entfernt worden sei. Das Vorkommen von Graphit im Meteoreisen, sowie in dem Eisen isländischen Basaltes, scheint für diese Ansicht zu sprechen; dagegen der Umstand, daß die große Menge des Eisens, welche für diesen Prozeß erfordert würde, nirgends zu finden ist.

Der Graphit könnte ferner in Form einer kohlenstoffhaltigen Lösung in die entstandenen Spalten eingedrungen und dort reduziert worden sein, bzw. sich mit anderen Lösungen umgesetzt haben. Diese Entstehungsweise scheint leicht denkbar, da zahlreiche natürlich vorkommende Lösungen dieser Art bekannt sind,

z. B. Petroleum, Naphta, Bergteer, und für Asphaltgänge solche Bildung angenommen wird. Auch das eigentümliche mit Granulit in naher Beziehung stehende Gesteinsvorkommen vom Nullaberg in Wermland (Schweden) scheint für die Möglichkeit eines solchen Vorganges zu sprechen, indem dort erbsengroße Gebilde eines bituminösen Bestandteiles (Herminit) in einem Gestein enthalten sind, welches von asphaltartigem Bergteer imprägniert ist. Die kohlenstoffreichen Lösungen könnten nun entweder aus der Tiefe stammen, oder in Form der Sickerwässer von oben in die Spalten eingedrungen sein. In beiden Fällen müßten aber wenigstens die Salbänder der Gänge und die Einschlüsse von organischer Lösung imprägniert oder von Graphitblättchen durchsetzt sein. Dies ist jedoch nirgends der Fall. Auch eine Entstehung durch Lateralsekretion ist wegen der vollständig fehlenden bituminösen Beschaffenheit des Nebengesteins und des mangelnden Graphites in demselben, sowie wegen der vollkommenen Frische desselben nicht annehmbar.

Weiterhin könnte man den Graphit als ein Zersetzungsprodukt sublimierender Kohlenwasserstoffe ansehen, die dem Innern der Erde entstammen. Diese Art der Entstehung hält Joh. Walter für die wahrscheinlichste. Exhalationen kohlenstoffhaltiger Gase spielen ja bei Eruptionen eine nicht unbedeutende Rolle; sie kommen ferner in den Kohlenbergwerken vor, liefern das Brennmaterial der Erdfeuer und fehlen auch anderen Himmelskörpern nicht. In den Schloten mancher Fabriken entstehen durch verwandte Stoffe graphitähnliche Produkte.

Bei einem derartigen Bildungsprozeß müßte in den Spalten eine weitgehende Reduktion der Dämpfe eingetreten sein. Das Wesen eines solchen Vorganges, sowie die Natur derartiger Dämpfe, ist zur Zeit völlig rätselhaft.“

Nach F. Grünling (in seiner Abhandlung über die Mineralvorkommen von Ceylon, Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie 1900) ist der Graphit hauptsächlich an den Randzonen des rundlichen Gebirgsstockes aufgeschlossen.

pag. 222. „Schon Walther und nach ihm Zirkel haben festgestellt, daß der Graphit auf Ceylon in Gängen auftritt, auch Diersche, welcher das von Zirkel mitgebrachte Material bearbeitet hat, schließt sich dem an, zunächst allerdings nur für die beiden Vorkommen von Ragedara und von Kalu-Ganga, offenbar weil Sandberger noch von „ziemlich mächtigen Lagern im Gneis“ spricht. Ich kann nur bemerken, daß sämtlicher Graphit, soweit er auf Ceylon abgebaut wird, nur in typischen Gängen auftritt und zwar meist in solcher Schönheit und Regelmäßigkeit der Ausbildung, daß man kaum ein besseres Beispiel für einen Gang finden kann. Herr Weinschenk hat durch eingehende Untersuchung des von mir mitgebrachten Materials alles dies nur vollauf bestätigen können.“

Die Struktur dieser Gänge ist, besonders wenn sie keine weitgehenden Störungen erlitten haben, auf der ganzen Insel überall eine sehr charakteristische stengelig-faserige bis grobstengelig-blättrige. Überall stehen in bemerkenswerter Weise die Stengel und Fasern parallel zu einander und senkrecht auf den Salbändern. Sie schießen von beiden Seiten aus auf dem Nebengestein an und erreichen je nach der Gangbreite eine Länge bis zu 20 und mehr Centimeter. Hierbei füllen sie entweder die ganze Gangbreite aus und berühren sich in der Mitte oder es legt sich zwischen dieselben noch eine Schichte Graphit, meist von anderer Beschaffenheit, wodurch die bilateral symmetrische Struktur des Ganges in besonderer Schönheit hervortritt. Fremde Einschlüsse, welche der Graphit vielfach beherbergt, sind ebenfalls ringsum von radial gestellten Graphitfasern umwachsen, sodaß vollständige Kokarden-erze entstehen. Diese symmetrische Struktur mit allen Details zeigen selbst die kleinsten Gangtrümchen, welche das Nebengestein durchziehen. Die Gangstruktur ist eine so ausgesprochene, wie man sie kaum an irgend einem typischen Erzgange besser kennt.

Sehr wechselreich und interessant sind die zahlreich anzutreffenden mechanischen Veränderungen, welche die so struierten Graphitgänge durch Gebirgsbewegungen, welche nach der Bildung der Gänge auftraten, erfahren haben. Das weiche biegsame Material hat ihre Spuren in einer Schönheit bewahrt, wie man dies selten findet; die ganze mechanische Kraft wurde in den Graphitgängen selbst gebrochen und hat in dem Nebengestein keine nennenswerte Spur hinterlassen. Die Veränderungen der Graphitstengel lassen sich durch alle Grade hindurch verfolgen, sie biegen um, werden in die Länge gezogen, um schließlich in die feinsten Fasern parallel mit der Richtung des Ganges ausgezerrt zu werden. Tritt dazu noch eine entgegenwirkende Stauchung, so erhalten diese Fasern noch eine feine Fältelung, wodurch eine täuschend holzähnliche Struktur hervorgebracht wird, welche nur zu leicht zu dem Gedanken an organische Reste hinüberleitet. Je nachdem diese Verschiebungen der Graphitgänge nur an einem oder an beiden Salbändern oder aber in der Gangmitte stattgefunden haben, hat man ein wechselndes Bild vor sich. Hatte die Verschiebung an beiden Salbändern statt, so kann man beobachten, wie die Umbiegung des Graphits auf beiden Seiten des Ganges in entgegengesetzter Richtung vor sich ging. Sind die Pressungen noch stärker, so geht überhaupt die ganze faserige Struktur verloren, und der Graphit wird in eine dichte, äußerst feinschuppige Masse umgewandelt, welche auf der Insel als minderwertig angesehen wird, welche aber alle Eigenschaften eines guten Bleistiftgraphites besitzt und als solcher auch Verwendung findet. . . . —

Das Gestein, in dem diese Graphitgänge aufsetzen, ist typischer massiger Granulit. Herr Weinschenk, der das mitgebrachte Ma-

terial petrographisch bearbeitet hat, sagt darüber, indem er dasselbe mit den Gesteinen des so wechselvoll zusammengesetzten sächsischen Granulitgebietes vergleicht: „Auch unter dem mir vorliegenden Gesteinsmaterial sind die verschiedensten Mineralkombinationen vertreten, welche aber, wie das stets als bezeichnend für den Granulit hervorgehoben wird, nicht etwa als scharf getrennte Gruppen einander gegenüberstehen, sondern vielmehr durch alle möglichen Übergänge verbunden sind. Und daß diese Modifikationen auch auf Ceylon räumlich sich verhältnismäßig nahe aneinanderschließen, das beweist, daß unter den aus den Graphitgruben von Ragedara herstammenden Gesteinen die verschiedensten Typen vorhanden sind, während andererseits wieder Gesteine aus den am weitesten davon entfernten Gruben von Humbuluwa mit einzelnen dieser Gesteine auf das Vollkommenste übereinstimmen und von denselben nicht unterschieden werden können. Die Gesteine, innerhalb deren die Graphitgänge auftreten, erinnern also nicht nur in der mineralogischen Zusammensetzung einzelner Vorkommnisse an die Granulite Sachsens, sondern haben mit denselben auch alle Eigentümlichkeiten in Bezug auf Variabilität der Zusammensetzung gemeinsam. —

In Amerika befinden sich viele Lagerstätten von Graphit. Fritz Zirkel (Graphite its Properties, Occurance, Refining and Uses, 1907, Ottawa) teilt sie in drei Gruppen:

1. Gangförmige, z. B. nördlich von Ottawa und bei Grenville.
2. Lagerförmige, z. B. bei Buckingham in Canada, Grenville und White Fishlake in Ontario.
3. Eingesprengt in Felsgestein meist in der Nachbarschaft eruptiven Gesteins wie Granit, Diorit, Porphyry, so bei Buckingham, Quebec.

Dr. F. W. Ihne (Graphit in Amerika, Technische Rundschau 1908 Nr. 51 bis 53) gibt an, daß im Staate Newyork im nordöstlichen Teil, östliche Abhänge des Adirondakgebirges, bei Ticonderoga, bei Crown Point, Rock Pond und Umgebung, in Esser County, bei „Graphite“ in Warren-County, einige Meilen westlich von Lake Georg in Washington County, bei Conklingville in Saratogo Graphit in Gängen von wenigen Zoll bis zu mehreren Fuß Mächtigkeit in Nestern, Linsen und Nieren sich befindet, auch imprägniert in Arten metamorphen Gesteins, meist in Quarzit und in Begleitung von Glimmer, Ton, Schwefelkies, Eisen, Quarz, Feldspat, mit etwa 10 Prozent Graphit.

In Pensylvania an mehreren Orten: linsenförmig, zuweilen auch gangartig und als Imprägnation. Ferner an mehreren Orten in Alabama in metamorphisch alteriertem, granit- bzw. gneisartigem Gestein, das bis über 50 Fuß von der Oberfläche hin untersucht, mit Graphitschuppen imprägniert ist ( $4\frac{1}{2}$  bis 5 Prozent Graphit) a) in Clay-Zone 10 engl. Meilen lang über 100 Fuß breit und 55 Fuß tief bis jetzt erkundet; b) in Chilton-Zone 2 bis

3 Meilen lang, über 100 Fuß breit und über 100 Fuß tief (mit durchschnittlich  $3\frac{1}{2}$  Prozent Graphit).

Nach diesen im Vorstehenden angeführten Ausführungen der kompetentesten Fachmänner wird man nicht bezweifeln dürfen, daß der Graphit in Gängen, eingesprengt, sowie in Lagern und Flötzen vorkommt.

Das bayerische Graphitvorkommen wird ein lagerförmiges genannt, das aber vielfach an gangförmiges erinnert. v. Gümbel (Geogn. Beschreibung des ostbayerischen Grenzgebirges pag. 596) sagt: „Der Graphit findet sich stets in lagerartigen Partien, welche genau gleiches Streichen und Fallen mit den benachbarten Gneisschichten einhalten und selbst den sonderbarsten Windungen der letzteren folgen“; pag. 597: „Die Tiefe, bis zu welcher der Graphit, dessen Lager sonst so tief wie Gneis selbst niedersetzen, brauchbar vorkommt, hängt von lokalen Umständen ab“

Weinschenk (Graphitlagerstätten 1897 pag. 7) sagt: „Diese Gruppe von Lagerstätten steht in nächster genetischer Verbindung mit derjenigen vom Typus Ceylon, so zwar, daß die Unterschiede zwischen gangförmigen und lagerförmigen Vorkommnissen, soweit genetische Beziehungen in Betracht kommen, sich vollständig verwischen.“

Stutzer (Über Graphitlagerstätten, Zeitschrift für praktische Geologie 1910, Heft 1 pag. 17): „Die Graphitvorkommen auf der bayerischen Seite durchschwärmen bisweilen in der Nähe des (intrusiven) Granitmassives in zwar durchaus untergeordneten, aber charakteristischen Gangtrümmern den Gneis, Gangtrümer, deren Struktur durch ein Wandern des Kohlenstoffes wie beim Retortengraphit gedeutet werden kann.“

Für den bayerischen Graphit steht also nicht fest, ob das Vorkommen als lagerförmiges oder gangförmiges anzusprechen ist, weil dessen Habitus nach beiden Seiten hinweist. Wir müssen uns nach anderen Anhaltspunkten umsehen, um zu einer Entscheidung zu gelangen, welche ja gerade für die Beantwortung unserer Frage maßgebend sein wird.

Stellen wir einmal die Graphite einerseits eines unzweifelhaft lagerförmigen, z. B. von Steiermark, andererseits eines echt gangförmigen, z. B. von Ceylon, einander gegenüber. Der Unterschied ist groß — wie Tag und Nacht — bei unbefangener Betrachtung. Durch einige Eigenschaften steht der steierische dem andern allerdings nahe; das matte Pulver nimmt beim Reiben und Drücken etwas Glanz an, es ist auch etwas plastisch, gibt beim Kochen mit chloresaurem Kalium und Salpetersäure Graphitsäure, von der aber die Identität mit jener aus Ceylongraphit dargestellt, durchaus nicht feststeht. Nur von dem sonst sehr ähnlichen Anthracit unterscheidet sich der steierische Graphit durch diese Reaktion. Andererseits unterscheiden sich die beiden Graphite durch den Grad der Verbrennlichkeit, der Weichheit und Schlüpfrigkeit, des Ab-

färbens, der Struktur (der eine wird deshalb amorph, der von Ceylon krystallinisch genannt).

Kann man sich aber vorstellen, es könnte aus einem Lager des steierischen Graphits ein Vorkommen wie auf Ceylon werden — im Laufe einer sehr langen Zeit an und für sich, oder durch eine längere Einwirkung derjenigen Kräfte, welche die Umwandlung aus Anthracit in amorphen Graphit hervorbrachten, oder durch eine etwas intensivere Einwirkung? Ich glaube nicht an eine solche Möglichkeit und zwar aus folgenden Gründen.

Ceylon-Graphit ist zwar häufig so rein, daß für die Verwendung kein Bedürfnis, ihn zu reinigen, besteht. Doch gibt es auch Ceylon-Graphit, welcher bei gleichem Aussehen, Struktur etc. nur zirka 60 und weniger Kohlenstoffprocente enthält. Man kann aus solchen kompakten und ganz homogen erscheinenden Graphiten die Beimengungen Ton, Quarz- und Glimmer-Individuen auf mechanischem Wege herausschaffen und die Graphitsubstanz auf 90 bis 97 und noch mehr Kohlenstoffprocente reinigen. Man sieht sonach, daß die Graphitschüppchen eigentlich fast aus reinem Kohlenstoff bestehen, die aber eine Zwischen-Lagerung von anderen Mineral-Individuen haben.

Versucht man eine solche Abscheidung bei den steierischen Graphiten, so gelingt es nicht; die Aschenbestandteile sind hier so innig mit dem Kohlenstoff vermischt oder verbunden, wie die Asche etwa im Anthracit oder in der Holzkohle. Man kann sich durchaus nicht vorstellen, wie diese Mineralbestandteile sich innerhalb der Kohle sollten zu Mineralindividuen aggregiert haben und krystallisierten, während der dazwischen befindliche Kohlenstoff ebenfalls in Graphitschuppen krystallisiert wurde. Das ist durch keinen noch so lange dauernden Kontakt mit eruptiven Gesteinen möglich, es sei denn, daß das Ganze in ein glühendes, flüssiges Magma eingeschmolzen würde. Beim Erkalten könnten dann die einzelnen Mineralien sich krystallinisch ausscheiden und der Kohlenstoff als echter Graphit. Oder es hätte der Anthracit, ähnlich wie bei Acheson's Verfahren der künstlichen Graphit-Darstellung genügend lang und hoch erhitzt werden müssen, so daß sich die mineralischen Beimengungen (Aschenbestandteile) verflüchtigten; auch dies setzt eine Temperatur voraus, wobei das Nebengestein völlig geschmolzen wäre. Überdies wird bei Acheson's Verfahren meist nur amorpher Graphit gewonnen.

Als Beispiel für Graphitbildung innerhalb eines Eruptivgesteins durch Aufnahme von kohligter Substanz aus dem Nebengestein wird in der geologischen Literatur der Feldspatbasalt von Ovifak (Disko) in Grönland angeführt. Derselbe hat Braunkohle durchbrochen und einzelne Stücke der Kohle mitgenommen. Innerhalb des Basaltmagmas hat sich alsdann ein Teil des Kohlenstoffgehaltes als Graphit wieder ausgeschieden, während ein anderer Teil Eisen-

oxydverbindungen des Magmas zu gediegenem Eisen reduzierte.

Luzi (Berl. Bericht 1891 und 1892) hat bei Laboratoriumsversuchen Graphit aus einem Schmelzfluß erhalten, als er Glas, Fluorcalcium und Ruß zusammenschmolz.

In Eruptivgesteinen ist da und dort eine Graphitausscheidung gefunden worden, z. B. im Granit des Ilmgebirges; auch der Graphit der berühmten Alibertgrube in Sibirien soll zum Teil aus einem Schmelzfluß gleichzeitig mit den Silikaten seines Nebengesteins (Nephelinsyenit) auskrystallisiert sein (Stutzer). Meteoriten enthalten ebenfalls oft Graphit als gleichzeitige Ausscheidung mit den einzelnen Substanzen der Meteoriten aus einem Schmelzfluß. Der eingesprengte Graphit verschiedener Fundstätten in Amerika macht ebenfalls ganz den Eindruck, daß er mit den einzelnen Mineralien eines granitischen Gesteins gleichzeitig ausgeschieden wurde.

W. Luzi (Bericht der deutschen chem. Gesellschaft, 1884) beschreibt ein Vorkommen in der Umgebung von Pirna und Kreischa in Sachsen, wo Granit im Kontakt mit Tonschiefer diesen in Chiasolithschiefer und den beigemengten amorphen Kohlenstoff in krystallinischen Graphit verwandelte — wohl durch weitgehende Erweichung bzw. Schmelzung des Tonschiefers. Weiter vom Kontakt verschwindet der Graphit, und die Schiefer zeigen nur den primären amorphen Kohlenstoff.

Betrachten wir nun mit Heranziehung der im Vorausgehenden gegebenen Tatsachen den bayerischen Graphit. Derselbe ist teils in einer festen, wenig verwitterten und zersetzten Gneismasse eingesprengt und vermischt, oder in einer stark zersetzten zwischengelagert. Etwa vorkommende größere homogen aussehende Stückchen sind wie Ceylon-Graphit oder amerikanischer noch mit Quarz, Glimmer, Feldspat-Individuen zusammengeschichtet. Die Trennung der Graphitblättchen von diesen accessorischen Mineral-Individuen ist auf mechanischem Wege, wie bei Ceylon-Graphit möglich, sodaß die Graphitblättchen fast rein, mit 97 und mehr Kohlenstoffprozenten herausgebracht werden können. Untersucht man in Dünnschliffen frische, graphitführende bayerische Gesteine, so wird — nach Stutzer — unwiderleglich bewiesen, daß der Graphit sich gleichzeitig mit der Krystallisation des Nebengesteins gebildet hat. (Die entgegenstehende Annahme Weinschenk's wird später berücksichtigt werden.) Dafür sprechen unzweideutig die Verwachsungserscheinungen zwischen Graphit und Silikaten in unzersetztem Gestein, das wechselseitige Einschließen von Graphit- und Gneisbestandteilen wie Quarz, Feldspat, Glimmer, was nur durch gleichzeitige Krystallisation dieser Mineralien zu erklären ist. Aber auch Weinschenk beobachtete und beschreibt Ähnliches.

Da nun das Nebengestein der graphitreichen Nester, Linsen oder Adern Gneis ist, und nicht eine spätere Schmelzung oder Erweichung erkennen läßt, so muß man wohl annehmen, daß graphit-

haltiges Magma in Spalten der aufgerissenen Gneisschichten eingedrungen ist, nicht daß vorhandene Kohlenlager einer so großen Hitze im Kontakt ausgesetzt wurden, daß ein Magma entstehen, und die Kohle sich bei der großen Hitze in Graphit verwandeln konnte. Der Herd des graphitführenden Magmas muß doch wohl in ziemlicher Tiefe gesucht werden. Bei einem gewissen Gehalt an schmelzbaren Bestandteilen konnte das Magma dünnflüssig sein, bei Abnahme derselben zwar weniger flüssig, aber wegen der Plasticität des Graphits immerhin zum Einpressen in die Spalten geeignet. Die Linsen, Nester und Adern des bayerischen Graphitvorkommens sind demnach weit eher als abgerissene und dislozierte Gänge denn als Lager (ursprünglich von Anthracit u. dergl.) im schichtigen Gneis anzusprechen. Die Gänge müssen aber dann eine Fortsetzung in der Tiefe haben bis und durch das unterteufende Gestein (Granit, Granulit). Der Granulit auf Ceylon führt reineres Material als die Gneisschichten des Bayerischen Waldes. Man darf daher folgern, daß auch hier in dem den Gneis unterteufenden Gestein ein reiner Graphit enthalten sein muß.

Die mittleren Schichten könnten wohl ein weniger verwittertes Material enthalten, als die oberen (da die Zersetzung des Graphitgneises in den oberen Lagen unter diesem Gesichtspunkte als ein Verwitterungsprozeß aufzufassen ist), aber mit zunehmender Tiefe dürfte auch ein immer reichhaltigeres Graphitmaterial anzunehmen sein, für welches die Verwitterung nicht mehr von Belang ist.

Auf Ceylon lagern über dem Granulit keine Gneisschichten, wie wir sie im Bayerischen Walde haben. Dieselben waren wohl ursprünglich auch vorhanden, sind aber frühzeitig verwittert und vom Wasser abgetragen worden.

In welchen Teufen der Gneis im bayerischen Graphitgebiet zu Ende ist, und das unterteufende Gestein beginnt, ist gänzlich unbekannt. Wollte man schließlich den bayerischen Graphit als Einsprengung mit lokaler Anhäufung ansprechen, so müßte der Gneis als ursprüngliche Erstarrungskruste oder als eruptive Masse gedacht werden. Die horizontale Erstreckung wäre dann wohl eine große gewesen, und demnach müßte bei Aufrichtung der Schichten das graphitführende Gestein ebensoweit in die Tiefe reichen. Die Geologen wollen aber den herzynischen Gneis des Bayerischen Waldes als metamorphosiertes Sediment aus der ersten Erstarrungsrinde ansprechen. In diesem Sediment würde sich der weiche Graphit wohl sehr zerrieben und gleichmäßig verteilt haben. Solche Beschaffenheit haben die heutigen Graphitgneise nicht. Folglich war der Graphit in der ursprünglichen Erdkruste noch nicht vorhanden, und die Annahme, daß er in die heutigen Gneisschichten erst später eingedrungen sei, hat die größere Wahrscheinlichkeit für sich.



## 2. Das Nebengestein des Graphites.

Das Nebengestein des Graphites besteht aus jenen Gesteinen, welche als unterstes ältestes Glied in der Reihe der geologischen Formationen angesehen werden und die durch ihre krystallinische Beschaffenheit und durch das Fehlen deutlicher Reste organischer Wesen sich von allen anderen jüngeren Schichtgesteinen unterscheiden. Sie werden im allgemeinen als krystallinische Schiefer bezeichnet: Gneis, Glimmerschiefer, Tonschiefer, Quarzit, ferner körniger Kalk und die Eruptivgesteine Granit, Granulit etc.

Der bayerische Graphit findet sich im Cordierit-Gneis.

Die Entstehung der krystallinischen Schiefer hängt mit der Entstehungsweise des Graphites zum Teil zusammen. Es ist notwendig, auf die Entstehung derselben etwas einzugehen.

M. Neumayr-Uhlig (Erdgeschichte 1895, p. 663 u. f.) sagt: „Die krystallinischen Schiefer vereinigen die verschiedenen Eigentümlichkeiten der Massen- und der Schichtgesteine, stehen auch mit beider durch Übergänge in Verbindung. Mit Bildungen, die heute vor sich gehen, stimmen sie nicht überein. Sie sind wie mechanische Absätze aus Wasser deutlich geschiefert und geschichtet und zugleich aus krystallinischen Silikatbestandteilen zusammengesetzt. Sie bieten der Erklärung die größten Schwierigkeiten.

Am Boden des Meeres setzen sich in unserer Zeit keine krystallinischen Schiefer ab. Es bleiben nur zwei Möglichkeiten: entweder haben sich die krystallinischen Schiefer unter Verhältnissen unmittelbar gebildet, die heute nicht mehr existieren, oder sie sind unter Umständen abgelagert, die den jetzigen entsprechen, haben aber später eine Umwandlung erlitten (Metamorphose). Beide Anschauungen stehen sich heute noch schroff gegenüber. Nach der ersteren Ansicht hätten wir uns die krystallinen Schiefer als ein Erstarrungsprodukt aus dem Schmelzfluß vorzustellen. Was wir an diesem Gestein wahrnehmen, ist ein millionenfacher Wechsel von Glimmer- und Quarz-Feldspatlagen.“ Dieser Wechsel dürfte sich vielleicht doch erklären wie folgt:

Die glutflüssige, auf große Strecken oder sogar über die ganze Erde ausgedehnte Masse kühlt sich allmählich ab und zwar natürlich von oben nach unten; es bildet sich eine Kruste, die von unten her immer mehr an Dicke zunimmt. Dabei werden verschiedene Temperaturen durchlaufen, wobei die drei Mineralien, Glimmer, Feldspat, Quarz, je bei einer anderen Temperatur auskrystallisieren; das Spiel wiederholt sich bei der nächst tieferen Zone und sofort. —

Der Dislokations-, Stauungs- und Dynamo-Metamorphismus, läßt aus Sandstein, Konglomerat und Schiefer: Gneis, Glimmerschiefer und Phyllit, aus Kalkstein Marmor, aus Kohlenflötze: Anthracit und Graphit werden. Wenn auch einerseits das Beweis-

material für Metamorphose durch Gebirgsdruck dieser Anschauung mehr und mehr Anhänger verschafft, so bleibt doch noch sehr vieles rätselhaft und aufzuklären.

E. Weinschenk behandelt in seinen Grundzügen der Gesteinskunde, 1. Teil 1907, die krystallinischen Schiefer und faßt seine Betrachtungen in folgenden Sätzen zusammen (pag. 178):

1. Die Formation der krystallinischen Schiefer ist keine Formation in geologischem Sinne, denn es haben Gesteine von nachweisbar jüngerer bis sehr junger Entstehung alle petrographischen Eigenschaften „echter“ Schiefer.

2. Sie ist auch keine Formation in petrographischem Sinne, denn ihre Gesteine haben die allerverschiedenartigste Entstehung und sind teils Sedimente, teils Eruptivgestein.

3. Die krystallinischen Schiefer sind auch nicht schlechtweg metamorphische Gesteine, denn es sind unter denselben hervorragende Glieder, welche keine Metamorphose erlitten haben.

4. Sehr viele und ausgedehnte Gebiete von krystallinischen Schiefen sind aus eruptiven und kontaktmetamorphischen Gesteinen von sehr verschiedenem geologischen Alter aufgebaut.

5. Geologische Dislokationen wirken in erster Linie zertrümmend auf die Bestandteile der Gesteine ein; ob dieselben auch zu molekularen Umlagerungen Anlaß geben können, läßt sich mit Sicherheit nicht entscheiden. Die meisten heutigen Erfahrungen sprechen entschieden dagegen.

6. Die Theorie der Dynamometamorphose hält einer kritischen Betrachtung ebensowenig stand, wie jene von der primitiven Bildung der krystallinischen Schiefer, der Diagenese, des plutonischen und des hydrochemischen Regionalmetamorphismus.

2. Teil (pag. 303): Die Einheitlichkeit der unteren Gneisformation hat ihre Ursache darin, daß Granitlakkolithe im allgemeinen überhaupt recht gleichmäßig sind, und abgesehen von schlieriger Ausbildung, wenig mächtigen Einschlüssen oder späteren Nachschüben, weitergehende Modifikationen gewöhnlich nicht zeigen. Diese Einförmigkeit ändert sich, wenn das Gebiet der Kontaktzone erreicht ist; hier mischen sich Sedimente und Eruptivgestein zu den verschiedenartigsten Bildungen, deren Buntheit mit der Mannigfaltigkeit der übereinanderliegenden Schichten zunimmt, und wo gleichzeitig das Gebiet der intensivsten Kontaktmetamorphose und weitestgehender postvulkanischer Tätigkeit ist.

Hier in dieser Grenzzone findet man daher nicht nur die mannigfachsten Formen der Typenvermischung eruptiven und sedimentären Materiales, beginnend mit den Bändergneisen, in denen die Individualität beider Gesteine noch deutlich bewahrt ist, bis zu den körnig-streifigen und Schuppengneisen im Sinne Gümbels, in denen die Resorption der Schiefer mehr und mehr hervortritt und damit der zusammengesetzte Charakter der Gesteine immer undeutlicher wird. . . . Endlich kommen hinzu die mannigfachen Neubildungen, welche den Perioden der Fumarolen und thermalen

Tätigkeit ihre Entstehung verdanken, die mannigfachen Einlagerungen von Erzen, von Graphit, von Talkschiefer. .

1. Teil (Seite 182): . . Die massenhaften Granitputzen in der herzynischen Gneisformation des Bayerischen Waldes weisen darauf hin, daß unter dem ganzen Gebiet in der Tiefe ein mächtiges Granitmassiv vorhanden ist; auch im kleinen als Injektion der Schiefer, durchtränkt er das ganze Gebiet.

Aus diesen Ausführungen von Weinschenk könnte man, abweichend von seiner Annahme, wohl auch folgern, daß der Graphit als Magma (d. h. mit Granitschmelzfluß) heraufgedrungen aus der Tiefe und der unterteufende Granit den Graphit in reinerer und reichlicherer Menge enthalten muß.

### 3. Ansichten über die Entstehung des Graphits.

Die Entstehung aus Ablagerungen von Kohle und die Ausscheidung aus schmelzflüssigen Massen ist bereits zur Sprache gekommen. Es erübrigt noch, speziell auf die Entstehung der bayerisch-böhmischen Graphitlagerstätten nach der Hypothese von Weinschenk einzugehen. (Zur Kenntnis der Graphitlagerstätten, Abhandlung der bayerischen Akademie der Wissenschaften 1907.) Er faßt seine eingehenden Beobachtungen und Untersuchungen des Graphitvorkommens im bayerisch-böhmischen Grenzgebirge im Folgenden zusammen: „Die Bildung der Graphitlagerstätten dasselbst ist am wahrscheinlichsten auf gasförmige Exhalationen von nicht allzuhoher Temperatur zurückzuführen, welche vermutlich von dem an der bayerisch-österreichischen Grenze selbst anstehenden Granitmassiv ausgegangen sind. Die Exhalationen, in welchen vermutlich Kohlenoxyd neben Kohlenoxydverbindungen von Eisen und Mangan, ferner Cyanverbindungen von Titan, Kohlensäure und Wasser die Hauptbestandteile ausmachten, durchdrangen das Nebengestein, indem sie vor allem die natürlichen Wege benützten und an solchen Stellen ihre Tätigkeit ausübten, wo an der Grenze verschieden biegsamer Gesteine in Folge der Gebirgsfaltung schwache Stellen entstanden waren.

In diesen nun wurden am meisten solche Partien angegriffen, in welchen entweder sich Mineralien mit sehr vollkommener Spaltbarkeit fanden, oder eine starke Zertrümmerung infolge des Gebirgsdruckes vorhanden war. Dort vollzog sich die Ablagerung des Graphites durch Zersetzung des Kohlenoxydes zum Teil unter starker Umwandlung und Hydratisierung des Nebengesteins durch die beigemengten Agentien, vor allem Kohlensäure und Wasser, zum Teil unter Zufuhr großer Mengen von Eisen- und Manganoxiden durch die Carbonyle, stets aber begleitet von Oxydationsvorgängen und von der Bildung geringer Mengen von Rutil, welcher letzterer vielleicht auf beigemengte Dämpfe von Cyanverbindungen hinweist. Jedenfalls ist aber bei all diesen Prozessen die Mitwir-

kung organischer Substanz ausgeschlossen, sei es, daß man dieselbe als ursprünglichen Gemengteil des Gesteines ansehen möchte, sei es, daß man sie nach Art des Petroleums oder Asphaltes sekundär auf Klüften dem Gestein zugeführt denkt.“

Angenommen, diese Anschauung Weinschenks ist richtig, was ergibt sich daraus für eine Antwort auf unsere Frage? Die gasförmigen Exhalationen sind von dem eruptiven Granit in die Gneisschichten jedenfalls von unten mehr als von der Seite eingedrungen, folglich müssen sich die tieferen Lagen mehr mit Graphit erfüllt haben, als die oberen, dort vielleicht auch Graphit-Gänge wie auf Ceylon vorhanden sein, welche nach Weinschenk in ähnlicher Weise mit Graphit erfüllt wurden.

Die Ansichten von Weinschenk sind nicht unwidersprochen geblieben. Franz Kretschmer (Die Entstehung der Graphitlagerstätten, Oesterr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen 1902) zum Beispiel sagt, daß die Theorie Weinschenks nicht auf die Altstadt-Goldensteiner- und Lexen-Braune-Graphitlager passe. Die epigenetischen Veränderungen, welche die Nebengesteine der Graphitlager bezw. Flötze in mehr oder weniger mächtigen Zonen erlitten haben, wurden vielmehr durch die aus dem Lagerkörper sich entbindende Kohlensäure bewerkstelligt.

Auch Stutzer (Über Graphitlagerstätten, Zeitschrift für prakt. Geologie 1910) führt einige Bedenken an:

„Zunächst ist es durchaus nicht erwiesen, daß die in den Graphitlagerstätten Böhmens und Bayerns auftretenden Zersetzungsprodukte wie Kaolin, Nontronit, Mog usw. zu gleicher Zeit wie der Graphit gebildet wurden. Kaolin und Graphit sind im Bayerischen Walde zwar oft vereint. Es gibt daselbst aber auch Kaolinvorkommen, welche nicht mit Graphit aufs engste verknüpft sind. . . Die Kaolinisierung ist als Oberflächenzersetzung und nicht als (eventuell) postvulkanische Zersetzung von unten her zu deuten.

Sodann gibt es im Böhmisches-Bayerischen Walde nicht nur Kaolinlager ohne Graphitführung, sondern auch graphitführende Gesteine ohne Zersetzungsprodukte. Derartige Graphitgneise zeigen im Dünnschliff in einem ganz frischen Gemenge von Feldspat, Graphit, Quarz, Glimmer und anderen Mineralien nicht die geringsten Anzeichen einer Kaolinisierung oder sonstigen Zersetzung. . .

Der Kohlenstoffgehalt der bayerischen Graphite ist zur Zeit der Gneisbildung schon vorhanden gewesen. Hiefür sprechen unzweideutig die Verwachsungserscheinungen zwischen Graphit und Silikaten im unzersetzten Gestein, worauf auch schon von anderer Seite (Barvir) aufmerksam gemacht wurde, was nur durch gleichzeitige Krystallisation dieser Mineralien zu erklären ist.“

Stutzer möchte sich eher der alten Anschauung zuwenden, nach der die Graphitlagerstätten umgewandelte, kohlenstoffreiche, organische Sedimente sind, wofür auch die Lagerungsverhältnisse in Böhmen und Mähren sprechen (typische Lager), weniger allerdings

die bayerischen, welche in linsenförmigen Lagerzügen sich anordnen.

Die Kräfte, welche die Umwandlung kohlenstoffhaltiger Substanzen in Graphit verursachen, wären dieselben, wie die, welche die Gesteine metamorphosierten. Auf diese schwierige Sache will Stutzer nicht eingehen.

Die oben geäußerten Ansichten der Fachmänner ändern die schon früher gezogene Antwort auf unsere Frage nicht.

#### 4. Kritische Würdigung der verschiedenen zum Teil einander widersprechenden Hypothesen.

Wenn zur Erklärung einer rätselhaften Naturerscheinung die aufgestellten Hypothesen nicht genügen, und Widersprüche bleiben, so ist hiedurch Veranlassung gegeben, weitere Möglichkeiten zu erwägen, welche eine Lösung bringen oder anbahnen könnten. Nach meiner Meinung ist zunächst die Verschiedenheit der unter dem Namen Graphit zusammengefaßten Mineralien anzuerkennen. Sowie der Kohlenstoff in den organischen Verbindungen durch die Verschiedenheit des Atomenaufbaues zu Molekülen die große Mannigfaltigkeit der organischen Verbindungen ermöglicht, so dürfte auch der Kohlenstoff für sich mehr verschieden gebaute Moleküle bilden können, mehr als bislang anerkannt sind, als: Diamant, Graphit und amorphe Kohle. Der sogenannte amorphe, dichte Graphit ist nicht das Nämliche, wie der sogenannte krystallinische, blättrige nur deshalb, weil beide bei der Behandlung mit chlorsaurem Kalium und Salpetersäure Graphitsäure liefern. Denn die Identität dieser ist nicht festgestellt. Andererseits sind die Eigenschaften des amorphen und des krystallinischen Graphites doch zu verschieden. Die lange Beschäftigung mit der mechanischen Abscheidung und Trennung des Graphits von den begleitenden Mineralien im Kleinen und Großen hat bei mir die Überzeugung von einer wesentlichen Verschiedenheit gefestigt, insbesondere auch von einer verschiedenen Entstehungsweise. Die Ausbildung des Kohlenstoffes zum eigentlichen Graphit, krystallinisch, großblättrig, verlangt vor allem eine sehr hohe Temperatur; dies wissen wir aus den Erscheinungen bei der künstlichen Darstellung von Graphit, eine Temperatur, bei welcher das Nebengestein flüssig würde, ja, die Bestandteile sogar verdampfen. Eine solche Temperatur herrschte zur Zeit, als die Erde glutflüssig war, oder darf noch im Innern der Erde angenommen werden. Dort kann also Kohlenstoff zu Graphit werden, kann in eruptiven Massen verteilt, an die Oberfläche kommen, oder Spalten und Gänge erfüllen, wo dann das flüssige Magma krystallisiert, gemischt mit Graphit. Wenn solche Massen in den Gängen, namentlich oben rasch abkühlen, dürfte solches Graphitgestein leicht verwitterbar sein.

Wir finden aber in Gängen auch sehr reinen Graphit, mit so wenig schmelzbarer Materie, daß kein weiches Magma entstehen kann, denn Graphit selbst ist unschmelzbar, unter diesen Verhältnissen wenigstens. Dieser Umstand war es hauptsächlich, welcher der Erklärung Schwierigkeit bereitete, wie der Graphit die Gänge ausfüllen konnte. Man mußte auf die Hypothesen von dem Empordringen gewisser flüchtiger Kohlenstoffverbindungen unwillkürlich kommen, welche in den Spalten und Klüften zersetzt worden sein sollen. Indes kann man sich doch nicht wohl vorstellen, wie die so mächtigen Gänge auf Ceylon in solcher Weise sollten bis oben mit Graphit angefüllt worden sein. Der Gang war ja unten bald voll gestopft und die Gase konnten nicht mehr weiter. Außerdem ist nicht zu begreifen, wie die freiwerdende Kohlen-säure entweichen konnte. Auch ist nicht erwiesen, ob der aus Karbonylen und anderen Gasen bei verhältnismäßig niederer Temperatur ausgeschiedene Kohlenstoff mit dem großblättrig-krystallinischen Graphit identisch ist.

Ich meine, eine Erklärung der Gangfüllung ist nicht schwierig, wenn man eine Eigenschaft des eigentlichen Graphites, die bislang nicht bekannt oder beachtet wurde, mit zur Erklärung heranzieht, nämlich die große Plasticität desselben, die es erlaubt, daß er durch Druck von unten in die Spalten und Gänge eingepreßt, allmählich emporstieg, auf seinem Weg nach Umständen lockeres Nebengestein mitnahm und sich damit mehr und mehr vermischte, vielleicht auch etwas davon einschmolz, was wieder beim Erkalten krystallisierte. Der Graphit in den Gängen Ceylons zeigt an sich die Wirkung des Einpressens; er hat eine stenglig faserige bis grobblättrige Struktur, wobei die Fasern und Blättchen parallel zu einander und senkrecht auf den Salbändern stehen, wie es dem Druck entspricht, der die Masse im Gange vorwärts treibt. Veränderungen durch später eintretenden Gebirgsdruck sind ebenfalls zu beobachten.

## 5. Tiefen, in welchen bislang Graphit beobachtet wurde.

Die Graphitgruben des Bayerischen Waldes haben noch keine erheblichen Tiefen erreicht; 40 bis 50 Meter werden von den Grubenbesitzern angegeben; die Gewerkschaft Adolf in Kropfmühle hat bis auf 38—45 Meter abgeteuft. Diese Gruben liegen am Fuß des Pfaffenreuther Berges, ungefähr 160 Meter tiefer als die Gruben auf dem Berge, wo etwa 50 Meter Tiefe erreicht wurden. Die Menge und Qualität ist in den tiefer gelegenen Gruben nicht geringer. Sonach dürfte als sicher angenommen werden können, daß die Gruben auf dem Berg auch noch in einer Tiefe von 160 Meter denselben Graphit ergeben, wie die Gruben am Fuße des Berges. Beim Bahnbau von Erlau nach Oberzell wurde im Donautal eine

Graphitader angeschlagen, zirka 340 Meter tiefer gelegen, als der Pfaffenreuther Berg, und zirka 200 Meter unter den Graphitlagern von Haar. Diese Lager, früher ausgebeutet, gegenwärtig nicht mehr wegen des Wassers, ließen sich vom Donautal durch einen Stollen aufschließen, also für eine Teufe von zirka 200 Meter.

Im Taubing-Gebiet, wo früher mehrere seichte Gruben in Betrieb waren, wegen des Wassers ebenfalls aufgegeben wurden, ist die Aufschließung schwieriger wegen des vielen Wassers und der überlagernden losen Erde. Es wäre wohl hier ein tiefer Schacht bis ins kompakte Gestein erforderlich. —

## 6. Uebersicht über das Ergebnis vorstehender vergleichender Studie.

1. Gänge von Erzen setzen jedenfalls in die Tiefe, wenn die Gangfüllung nur von unten erfolgt sein kann.

2. Die Entstehung von Graphit aus Kohle wird von einigen Geologen angenommen, in diesem Falle wäre das Vorkommen von Lagern das natürlichste. In der Tat gibt es solche. Ihre Tiefenerstreckung wird von der späteren Aufrichtung der Schichten durch die gebirgsbildenden Kräfte abhängen.

3. Es gibt aber auch nach den Berichten gewiegter Geologen wahre Gänge, mit Graphit gefüllt.

4. Das Graphit-Material wirklicher Lager und echter Gänge ist sehr verschieden; in diesen krystallinisch-blättrig sehr reiner Kohlenstoff, nur mit Mineralindividuen des Nebengesteins mehr oder weniger vermengt, davon mechanisch trennbar, in jenen amorph mit den Bestandteilen des Verbrennungsrückstandes innig vermischt oder verbunden, nicht davon mechanisch trennbar.

Eingesprengter krystallinisch-blättriger Graphit verhält sich wie Ganggraphit. Die Gangfüllung von unten ist infolge der plastischen Eigenschaft des Graphites als möglich anzunehmen.

5. Krystallinisch-blättriger Graphit erfordert zu seiner Bildung eine höhere Temperatur, wobei die Bestandteile des Nebengesteins schmelzen oder sogar verflüchtigen.

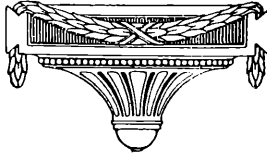
6. Demnach muß auch für den bayerischen Graphit, der den Gang- und eingesprengten Graphiten ganz gleich ist, als Geburtsstätte die glutflüssige eruptive Gesteinsmasse angenommen werden.

7. Sind mit dem graphitischen Magma Lagergänge erfüllt worden, was im Bayerischen Walde anzunehmen ist, so ist eine Fortsetzung nach unten denkbar und wahrscheinlich, wenn auch die abgerissenen und dislocierten oberen Lager-Gänge sich nicht direkt in die Tiefe fortsetzen.

8. Die Hypothesen über die mutmaßliche Entstehung der herzynischen Gneisschichten (krystalline Schiefer) stehen mit dieser Annahme nicht in Widerspruch.

9. Auch andere Hypothesen von der Entstehung des Graphits stehen nicht im Wege, anzunehmen, daß der Graphit in erhebliche Teufen sich erstreckt.

10. Nach allem darf angenommen werden, daß die Erstreckung des Vorkommens von Graphit nicht nur in eine Teufe von zirka 300 Metern, sondern in weit ansehnlichere Teufen reicht, und die Beschaffenheit des Materials in gewissen Teufen dem eigentlichen Ganggraphit sich mehr und mehr nähern wird.





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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte des Naturwissenschaftlichen Vereins Passau](#)

Jahr/Year: 1911

Band/Volume: [21](#)

Autor(en)/Author(s): Putz Heinrich

Artikel/Article: [Erstrebt sich das Vorkommen von Graphit im Bayerischen Walde in bedeutende Teufen oder nicht? 1-22](#)