

Zur Entstehung der Passauer Graphitlagerstätten.

Von **Erich Kaiser** (München).

In den kristallinen Schiefen des Bayerischen Waldes sind bereits lange Graphitlagerstätten bekannt, die vor dem Kriege durch viele, meist kleinere Abbaue aufgeschlossen waren, welche durch die Kriegsverhältnisse eine bis dahin nicht erreichte Blüte erlangten. Die bedeutendsten Vorkommen und die Hauptabbaue liegen nordöstlich von Passau, so daß man von den Passauer Graphitlagerstätten zu sprechen pflegt. Mit diesen Lagerstätten hat sich besonders ERNST WEINSCHENK beschäftigt. Er kam auf Grund seiner Untersuchungen in den dortigen Graphitlagerstätten und aus dem Vergleiche mit vielen Proben von verschiedenen anderen Graphitvorkommen zu der Annahme einer epigenetischen Entstehung des Passauer Graphits. Für die epigenetische Entstehung war für ihn unter anderem beweisend, daß der Graphit an das Auftreten von Kaolin und Nontronit geknüpft sei, die nach seiner Ansicht als gleichzeitige Bildungen mit Graphit aufzufassen seien und nur durch postvulkanische Vorgänge erklärt werden könnten. Die Verknüpfung der „reichsten und mächtigsten Graphitlager in dem einheitlichen System des Kordieritgneises an die direkte Grenze gegen den Granit“ zeigten ihm einen genetischen Zusammenhang mit dem granitischen Magma. Der Graphit sollte entstanden sein durch das Freiwerden von Carbylen aus dem granitischen Magma, also erst nachträglich in die kristallinen Schiefer, Gneis, Marmor und injizierten älteren Eruptiva eingewandert sein. WEINSCHENK¹⁾ äußert sich aber dabei nicht zu der Frage, welche Granite in der Umgebung den Ursprungsherd dieser Lagerstätten

¹⁾ E. WEINSCHENK, Zur Kenntnis der Graphitlagerstätten. Chemisch-geologische Studien. I. Die Graphitlagerstätten des bayrisch-böhmischen Grenzgebirges. Abh. d. bayer. Akad. d. Wiss., II. Kl., 1897, XLX. Bd., S. 511—564. II. Alpine Graphitlagerstätten. Ebenda, XXI. Bd., S. 233—278. — Über einige Graphitlagerstätten. Z. f. prakt. Geol., 1897, S. 286. Z. f. Kryst., 1897, Bd. 28, S. 136—160. — Der Graphit. Hamburg 1898. — Über die Graphitlagerstätten der Umgegend von Passau. Glückauf 1898, Nr. 45. — Mémoires sur l'histoire géologique du Graphite. Comptes rendus du VIII^e Congrès géologique international 1900. — Weitere Beobachtungen über die Bildung des Graphits. Z. f. prakt. Geol., 1903, S. 16—24. — Bodenmais-Passau. 2. Auflage, München 1914, S. 48—61. — Geologische Studien über das Graphitwerk Kropfmühl bei Passau. München 1916, 38 S.

bilden. Wenn auch die WEINSCHENKsche Auffassung von verschiedenen Seiten abgelehnt worden ist, so z. B. in neuerer Zeit von M. WEBER¹⁾ und O. STUTZER²⁾, so spielt seine Darstellung, wie ich verschiedentlich feststellen mußte, noch eine solche Rolle, daß seine nicht ausreichende genetische Erklärung wenigstens durch einige Beobachtungen berichtigt werden muß. Mehrfache Befahrungen der jetzt z. T. weitgehend aufgeschlossenen Hauptvorkommen, Besichtigung einiger kleiner untergeordneter Vorkommen und mehrfache Begehungen über Tage in der weiteren Umgebung der Graphitlagerstätten brachten mich bereits vor einiger Zeit zu einer von der WEINSCHENKschen Darstellung abweichenden Auffassung über die Entstehung dieser Vorkommnisse, denen ich, wie vorweg bemerkt werden möge, eine mit den umgebenden, großenteils primär sedimentären, aber hochmetamorphen Gesteinen syngenetische Entstehung zuschreiben muß, welche Auffassung sich dem unvoreingenommenen Beobachter aufdrängt.

Die Graphitlagerstätten treten in mit granitischem Magma stark injizierten kristallinen Schiefen auf, die z. T. gerade durch WEINSCHENK näher bekannt geworden sind, eines der ältesten von ihm schon recht früh richtig erkannten Beispiele für injizierte Gneise Deutschlands lieferten, auf deren Zusammensetzung und Aufbau ich hier nicht näher eingehe. Es sind hauptsächlich Glimmerschiefer mannigfacher Zusammensetzung, denen marmorisierte Karbonatgesteine eingelagert sind. Durchsetzt werden diese kristallinen Schiefer nun von einer Reihe von Eruptivgesteinen, von denen jüngere Granite weit verbreitet sind, deren genauere Altersstellung zu den anderen Intrusivmassen sich aus den Untersuchungen von HANS CLOOS ergeben wird. Am wichtigsten für uns ist, daß wir neben den alten injizierten Graniten der kristallinen Schiefer jüngere Granite deutlich diskordant die alten Granite und damit die gesamten kristallinen Schiefer durchsetzen sehen. Hinzu tritt dann ein weit verbreitetes syenitisches Gestein, das auch am Donaurande bei Erlau-Oberzell und anderwärts mehr oder weniger reichlich auftritt. Es ist wahrscheinlich, daß wir in diesen syenitischen Gesteinen granitische Injektionen vor uns haben, die im Sinne der DALYSchen Auffassung über die Entstehung von Alkaligesteinen durch die Kalklager beeinflußt sind, worauf gerade manche Bestandteile hinwiesen, und vielleicht nur ein verändertes Granitmagma, wahrscheinlich der älteren Granite, darstellen. Weiter kommen hinzu basische, meist als Gänge ausgebildete Gesteine (auf den Gruben als Diorite bezeichnet), die wohl meist zu Porphyriten gehören, endlich gabbroide Massen. Kalke und mergelige metamorphosierte Gesteine weisen auf eine Serie von

¹⁾ M. WEBER, Metamorphe Fremdlinge in Erstarrungsgesteinen. Sitzber. d. bayr. Akad. d. Wiss. Math.-phys. Kl., 1910, 13. Abh.

²⁾ O. STUTZER, Lagerstätten der Nichterze. I. Berlin 1912, S. 7 u. f.

Sedimentgesteinen hin, die durch die älteren granitischen Injektionen umgewandelt sind.

Das Verbandsverhältnis der Graphite mit den kristallinen Schiefen ist nun zunächst deutlich konkordant, was auch WEIN-SCHENK betont. Den kristallinen Schiefen ist der Graphit eingelagert, dessen Formen man nicht direkt als Lager bezeichnen kann, da sie im Streichen auskeilen und in ihrer Mächtigkeit ständig wechseln. Einheitliche Linsenform liegt auch nicht vor und man muß noch einen neuen Namen für diese Körper zu finden suchen. Es sind große flache, gestreckte Körper, die an den einen Stellen verdickt, an den anderen Stellen verengert, an vielen Stellen geradezu durchlöchert sind. Andererseits findet man von diesen Schichten ausgehend mannigfache, direkt intrusionsartig aussehende, diskordant in das Nebengestein hineinragende Fortsetzungen. In unmittelbarer Berührung mit dem Graphit treten sehr häufig Marmorlager auf, so daß man an eine genetische Verknüpfung beider denkt. In dem Marmor liegt wechselnd reichlich Graphit, der auch in den umgebenden kristallinen Schiefen auftritt, so daß von Graphitgneis oder Graphitglimmerschiefer gesprochen werden kann. Eingewickelt in diese Graphite sind Körper des Nebengesteins, die an den einen Stellen rundlich, kugelig, an den anderen Stellen walzenförmig, seltener spindelförmig sind. Aber trotz dieser Apophysen und der eingelagerten Körper des Nebengesteins ist ein typisch konkordantes Verhalten für diese Lagerstätte maßgebend. Wenn wir nun Körper des Nebengesteins im Graphit und sogar apophysenartige Fortsetzungen desselben im Nebengestein finden, so liegt dies daran, daß der Graphit sich bei Faltungsvorgängen wesentlich anders verhält als der übrige Teil der injizierten kristallinen Schiefer. Es handelt sich bei den Graphiten um mobile Schichten im Sinne von STILLE. Bei den Faltungsvorgängen sind die umgebenden injizierten Schiefer verhältnismäßig starr geblieben und haben größere Körper gebildet, die in den beweglichen, geradezu als Schmiermittel wirkenden Graphit eingeschlossen wurden, während dieser in mannigfache Fugen, Spalten und Hohlräume eingepreßt, injiziert wurde. Ich habe bis jetzt allerdings noch nicht beobachtet, daß, bezogen auf das Nebengestein, eine weite Bewegung von dem primären Orte der Ablagerung erfolgt sein müsse. Doch können nach dieser Richtung hin die Untersuchungen nicht als abgeschlossen gelten. Hauptsache ist, daß man immer wieder konkordanten Lagerverband nachweisen kann, daß die gelegentlich anormale, diskordante Lagerungsform sich sehr leicht durch die recht große Beweglichkeit des Graphits erklärt. Diese sekundären Bewegungen des Graphits sind zum Teil erfolgt während der Metamorphose, zum größeren Teile aber erst nach der Metamorphose der primär kohlenstoffhaltigen Gesteine zu Graphit. Die Lagerungsform ist dann eine ähnliche, wie wir sie in Ruschelzonen kennen, und

WEINSCHENK war ganz im Rechte, wenn er diesen Vergleich schon gebrauchte. Nur deutete er die Folge der Vorgänge geologisch nicht einwandfrei. Diese Ruschelzonen der Graphitlagerstätten sind gebildet worden, weil hier der Graphit ein zur Verruschelung und Bewegung so besonders geeignetes Material lieferte, nicht aber drangen die graphitabsetzenden Agentien ein, weil sich Ruschelzonen in dem sonst ziemlich starren Gneis ausgebildet hatten.

Auffallend ist weiter, daß wir bereits in den syenitischen Gesteinen mehr oder weniger langgestreckte Einschlüsse des Graphits finden, daß der Graphit älter als diese syenitischen Injektionen ist. Er kann nicht aus Exhalationen herrühren, die den Syeniten ihre Entstehung verdanken.

Weiter wurde mehrfach beobachtet, daß die jüngeren, diskordant durch die kristallinen Schiefer hindurchsetzenden Granite die Graphitlagerstätten abschneiden, auch diese diskordant durchsetzen, da sie eben jünger sind als die Ablagerung der Graphite. Das ist ja nicht verwunderlich, wenn bereits in älteren Injektionsgesteinen Graphit als Einschluß auftritt.

Sodann ist besonders zu beachten das Auftreten der Graphite in der Nachbarschaft von Kalklagern sedimentärer Entstehung, die in Marmor umgewandelt sind. Damit hängt zusammen das Auftreten des Graphits in mehr oder weniger reichlicher Verteilung in Blättchenform in dem Marmor, wie in verschiedenen Glimmerschiefern, oder glimmerreichen und quarzitischen Schiefen, selbst in Gesteinen mit Feldspatgehalt, die man kurz als Gneise bezeichnen könnte. Alle diese Gesteine müssen sedimentärer Herkunft sein, durch Metamorphose aus Mergeln, tonigen Kalken, vielleicht auch sandig-tonigen Kalken gebildet worden sein. Die Graphitblättchen stellen dann eine Umwandlungsform des Bitumengehaltes dieser Gesteine dar. STUTZER weist bereits auf mikroskopische Beobachtungen hin, daß die Verknüpfung des Graphits mit den anderen Mineralien der Gneise eine gleichzeitige Bildung folgern läßt.

WEINSCHENK legt endlich besonderes Gewicht darauf, daß der Graphit immer in Begleitung von Kaolin und Nontronit auftrete, und daß diese Paragenesis gerade nur durch postvulkanische, pneumatolytische Vorgänge erklärt werden könne. Dem gegenüber ist zu betonen, daß von den zwei verschiedenen Graphitarten, die in diesem Gebiete zu unterscheiden sind, der harte, an Flinz reiche Graphit in den oberen Teufen mehr zurücktritt, wogegen er in den neuerdings aufgeschlossenen größeren Teufen immer mehr zunimmt. Und als Nebengestein dieser harten Graphite in größeren Teufen sehen wir Kaolin und Nontronit kaum aufsetzen; dagegen begegnen wir in den oberen Teufen häufiger einem weichen, oft bräunlich gefärbten Graphite, der in den neueren tiefen Bauen von Kropfmühl und der I. Bayerischen Graphit A.-G. mehr und mehr verschwindet. In seiner

Nachbarschaft, also vornehmlich näher dem Ausbisse der Lagerstätten, ist der Gneis mehr oder weniger stark zersetzt, wogegen nach der Tiefe das Nebengestein der Graphitlagerstätten immer frischer wird, auch der Graphit selbst härter, weniger beeinflußt von den Tageswässern ist. Ebenso wie diese Veränderung des Nebengesteins dürfte sich das Auftreten der beiden Arten von Graphit bei genauerer Untersuchung wohl als ein sekundärer Teufenunterschied erklären lassen.

Ich beabsichtigte mit dieser Darstellung nicht eine vollständige Übersicht über die Lagerstätten zu geben, sondern nur gegenüber der WEINSCHENKschen Auffassung darzutun, daß es sich um eine syngenetische Lagerstätte handeln müsse. Der Hauptfehler der WEINSCHENKschen Darstellung liegt in der irrigen Beurteilung der Verwitterungserscheinungen in diesem Gebiete. Damit auch meine Auffassung nicht mißverstanden wird, hebe ich ausdrücklich hervor, daß ich gerade aus dem reichlichen Auftreten von Kaolin und Nontronit unter Zurücktreten von Eisenhydraten schließe, daß es sich nicht um einen Verwitterungsvorgang der heutigen, sondern geologisch älterer Zeit handelt. Das Auftreten von Resten weitgehender, tiefgründiger chemischer Verwitterung auch in größeren Teufen auf den Passauer Graphitlagerstätten kann uns nicht verwundern, nachdem an mehreren Stellen der weiteren Umgebung eine weitgehende chemische Verwitterung älterer Formationen aufgefunden ist, deren maximales Ausmaß 50 m weit übersteigt. Auch auf den Graphitlagerstätten ist, ganz entsprechend den Vorkommnissen an anderen Stellen, taschenförmiges Eingreifen der chemischen Verwitterung nach der Tiefe hin beobachtet worden. Welcher Landoberfläche und welcher Zeit weit verbreiteter und tiefgründiger chemischer Verwitterung diese chemischen Umwandlungsformen zuzuschreiben sind, kann noch nicht gesagt werden. Es dürfte sich wahrscheinlich um eine miozäne oder eine pliozäne Verwitterungsperiode handeln. Diese Altersfrage wird sich erst entscheiden nach weiteren Fortschritten in der Erkenntnis verschieden alter Oberflächenformen des Bayerischen Waldes, wozu erst wenige Vorarbeiten vorliegen.

Die von mir vorgetragene genetische Deutung der Passauer Graphitlagerstätten veranlaßt somit die Beantwortung weiterer Fragen, auch der Frage, ob an anderen Stellen als epigenetisch gedeutete Graphitlagerstätten sich nicht in derselben Weise werden zu syngenetischen umdeuten lassen¹⁾. Ich lege dabei Hauptgewicht darauf, die Mobilität des Graphits besonders heranzuziehen und ihn zu verfolgen, wie er geradezu als Schmiermittel in alle anderen Schichten des Neben-

¹⁾ Nach der Niederschrift dieser Mitteilung wurde ich darauf aufmerksam gemacht, daß auch die Graphitgänge von Ceylon neuerdings als kontaktmetamorphe Asphaltgänge aufgefaßt werden (E. BLUMER, Erdöllagerstätten, Stuttgart 1922, S. 79.)

gesteins eingepreßt wird und damit eine, falsche Deutung veranlassende, scheinbar primär diskordante Lagerung vortäuscht.

Ich hoffe, daß meine kurzen Ausführungen bald zu einer eingehenden Bearbeitung der ausgedehnten neueren Aufschlüsse mit dem Endziele anregen, die große Bedeutung der Beweglichkeit (Mobilität) des Graphits für die aus den Faltungs- und Injektionsvorgängen sich ergebenden Lagerungsformen unserer kristallinen Schiefer und damit für die Entstehung der Graphitlagerstätten im einzelnen darzulegen. Nebenher gehen müßte eine genauere Darstellung der vorhandenen primären Unterschiede in der Ablagerung des Ursprungsmaterials, der Umwandlung desselben durch die Metamorphose und der später eingetretenen sekundären Teufenunterschiede des Nebengesteins und des Graphits selbst, namentlich durch die ihm beigemengten akzessorischen Bestandteile, wie z. B. durch die Sulfide. Hieraus ergeben sich sicher wesentliche Schlüsse in bezug auf den Graphitabbau, so daß diese Untersuchungen auch im allgemeineren Interesse wichtig sein dürften.
