

Zur

Kenntniss der Graphitlagerstätten.

Chemisch-geologische Studien

von

Dr. Ernst Weinschenk.

№	№	№	№	№	№
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19
20	20	20	20	20	20
21	21	21	21	21	21
22	22	22	22	22	22
23	23	23	23	23	23
24	24	24	24	24	24
25	25	25	25	25	25
26	26	26	26	26	26
27	27	27	27	27	27
28	28	28	28	28	28
29	29	29	29	29	29
30	30	30	30	30	30
31	31	31	31	31	31
32	32	32	32	32	32
33	33	33	33	33	33
34	34	34	34	34	34
35	35	35	35	35	35
36	36	36	36	36	36
37	37	37	37	37	37
38	38	38	38	38	38
39	39	39	39	39	39
40	40	40	40	40	40
41	41	41	41	41	41
42	42	42	42	42	42
43	43	43	43	43	43
44	44	44	44	44	44
45	45	45	45	45	45
46	46	46	46	46	46
47	47	47	47	47	47
48	48	48	48	48	48
49	49	49	49	49	49
50	50	50	50	50	50

Dr. Ernst Weischenberg

Einleitung.

Von allen chemisch-geologischen Streitfragen ist die Frage nach der Art und Weise der Bildung der Graphitlagerstätten heutzutage am wenigsten klargelegt. Während die einen den organischen Ursprung des Graphites in allen Fällen für bewiesen erachten und in dem Vorkommen derartiger Ablagerungen im krystallinischen Grundgebirge ein sicheres Zeugniß dafür erblicken, dass das organische Leben auf unserer Erde weit über jene Grenzen zurückdatirt, innerhalb welcher wir deutlich erkennbare Reste von Organismen nachweisen können, wurde von anderer Seite betont, dass die Art des Auftretens des Graphites in einer oder der andern seiner Lagerstätten mit Sicherheit gegen eine solche Entstehungsweise spricht, dass dem Mineral vielmehr eine Stelle unter den typischen Erzeugnissen plutonischer Prozesse zukomme.

Die Umwandlung kohlenstoffhaltiger, klastischer Gesteine in graphitführende krystallinische durch die Einwirkung des Contactmetamorphismus kann allenthalben nachgewiesen werden; aber die Ergebnisse derjenigen Prozesse, welche die contactmetamorphische Umbildung eines Gesteins bewirken und deren directer Zusammenhang mit vulkanischen Agentien in jedem einzelnen Fall klargelegt werden kann, dürfen nicht ohne Weiteres gleichgestellt werden mit jenen Umwandlungen, welche ein Gestein im Laufe der Zeiten durch allgemeine Durchwässerung, Gebirgsdruck etc. erleidet. Contactmetamorphismus und Regionalmetamorphismus werden heutzutage nur zu leicht als äquivalente Faktoren angesehen, und die Resultate, zu welchen die Umbildung auf dem einen Wege führt, werden gewöhnlich auch auf dem andern als möglich vorausgesetzt. Dabei wird aber übersehen, dass die contactmetamorphische Umbildung in einem einzigen, verhältnissmäßig rasch erfolgenden Umkrystallisationsprozess vor sich geht, durch welchen das ursprüngliche Gestein direct und ohne Zwischenglieder in das contactmetamorphische Produkt übergeführt wird, dass hier die Wirkungen der erhöhten Temperatur vor allem zusammen mit den kräftigen, chemischen Reagentien in Frage kommen, welche von dem erstarrenden Gestein ausgestossen werden. Die Theorien der Regionalmetamorphose dagegen, welcher Art sie auch sein mögen, müssen eine langsame und allmähliche, von Stufe zu Stufe vor sich gehende, während ungeheurer langer Zeiträume wirkende Umbildung annehmen, welche nicht durch besonders erhöhte Temperatur, nicht durch kräftige „Mineralbildner“ wirkt, sondern vielmehr in dem hohen Druck der Gebirgsbildung und der langen Zeit der Einwirkung die hauptsächlichsten Faktoren für derartige Umlagerungen bietet.

Wenn man von der Zusammensetzung der Pflanzenfaser ausgehend, den chemischen Bestand der Kohlengesteine genauer betrachtet und findet, dass mit zunehmendem geologischem Alter von der Braunkohle zur Steinkohle und zum Anthracit eine allmähliche Zunahme des Kohlenstoffgehaltes und eine Verringerung des Gehaltes an Sauerstoff und Wasserstoff verfolgt werden kann, so liegt der Schluss ziemlich nahe, dass dasjenige, was uns heute als Anthracit vorliegt, aus der ursprünglichen Pflanzenfaser durch die Zwischenstadien von Braunkohle und Steinkohle hervorging, und dass die einzige Ursache des höheren Umwandlungsstadiums, in welchem sich der Anthracit befindet, in den langen Zeitläufen zu suchen ist, welche seit der Ablagerung dieser Gebilde verflossen sind. Diese Art der Auffassung kann richtig sein, obgleich ein zwingender Beweis für sie nicht erbracht worden ist; immerhin finden wir ja alle Stadien der Umwandlung, welche zwischen der Holzfaser selbst und dem kohlenstoffreichsten Anthracit denkbar sind, in den zahlreichen Kohlenlagern vor, und wir können auch den Prozess dieser Umbildung Schritt für Schritt in den natürlichen Vorkommnissen verfolgen.

Der weitere Schluss ist nun allzu nahe liegend, dass durch eine fortgesetzte, allmähliche Abnahme des Gehaltes an Sauerstoff und Wasserstoff der so kohlenstoffreiche Anthracit in den krystallisirten Kohlenstoff, den Graphit überzugehen im Stande ist, wie dies auch Credner¹⁾ annimmt, wenn er bemerkt „der Vermoderungs- oder Verkohlungsprozess arbeitet demgemäss darauf hin, aus der gewöhnlichen Pflanzensubstanz im Laufe der Zeit reinen Kohlenstoff herzustellen“. Für die Richtigkeit dieses Satzes in dem gewählten Wortlaute sprechen so zahlreiche Beobachtungen, dass derselbe in dieser Fassung wohl kaum widerlegt werden kann. Bedeutend verändert aber wird die Sachlage, wenn man statt des Ausdrucks „reiner Kohlenstoff“ das Wort Graphit einsetzt, an welchen Credner in dem oben angeführten Satze denkt. Denn während eine ganz allmähliche Reihe von Uebergängen zwischen den verschiedenen Kohlengesteinen und dem sogenannten „amorphen Kohlenstoff“ vorhanden sind, besteht zwischen dem letzteren und dem Graphit eine scharfe Grenze, welche es viel leichter erscheinen lässt, die an Sauerstoff und Wasserstoff reiche Holzfaser in den amorphen Kohlenstoff überzuführen, als von diesem zu dem krystallisirten Graphit fortzuschreiten. Umbildungen, analog der Verwandlung der Holzfaser in amorphen Kohlenstoff sehen wir in gar nicht wenigen Fällen sich vor unsern Augen abspielen unter Verhältnissen, welche nicht allzuweit von jenen abweichen, die bei der Umbildung der Gesteine während der unermesslich langen Zeiträume seit der Entstehung der graphitführenden Gesteine sehr wohl angenommen werden dürfen. Aber damit ist die Wirkung dieser verhältnissmässig einfachen Prozesse auch abgeschlossen und die Ueberführung des reinen elementaren Kohlenstoffs aus seiner amorphen in die krystallisirte Modifikation des Graphites ist bis jetzt nur durch besonders intensiv wirkende Faktoren, durch die Temperatur des elektrischen Flammenbogens oder durch Auflösen und Wiederausscheiden aus Schmelzflüssen gelungen. So wenig man berechtigt ist, von einem allmählichen Uebergang von amorphem Kohlenstoff in Diamant zu sprechen und in obigem Satze Credner's statt des Ausdruckes „reiner Kohlenstoff“ das Wort Diamant zu setzen, ebensowenig darf man derartige Unterschiebungen mit dem Begriff „Graphit“ ausführen. An und für sich ist ein Uebergang von Kohle in Graphit durch einfache metamorphische Prozesse von rein

¹⁾ H. Credner, Elemente der Geologie. 8. Aufl. 1897, 274.

chemischem Standpunkt ebenso wahrscheinlich oder vielmehr unwahrscheinlich, als der Uebergang von Kohle in Diamant.

Wenn allerdings in den Graphitlagerstätten selbst irgend welche Anhaltspunkte noch unbekannte Prozesse wenigstens einigermaßen wahrscheinlich machen würden, welche für einen allmählichen Uebergang von Kohle in Graphit sprechen, so dürften wir wohl kaum aus unseren Beobachtungen im Laboratorium einen stichhaltigen Einwand gegen die Möglichkeit eines solchen Vorganges in der Natur erblicken, wie wir ja in vielen, fast in allen chemisch-geologischen Fragen mit unseren künstlichen Mitteln so ausserordentlich beschränkt sind gegenüber den ungeheuer mächtigen Wirkungen natürlicher Prozesse, deren Allgewalt sich uns in den Veränderungen zu erkennen gibt, welche die Gesteine erlitten haben.

Aber andernteils finden wir doch allenthalben in unsern kleinlichen Laboratoriumsversuchen die Spuren, welche uns zum Verständniss jener weitgehenden Umbildungsprozesse führen, und es ist daher besonders da in hohem Maasse geboten, durch ein vorsichtiges Abwägen aller Erscheinungen, welche ein natürliches Vorkommniss darbietet, wenigstens einige Sicherheit über die in der Natur vor sich gegangenen Prozesse zu gewinnen, wo alle Beobachtungen im Laboratorium uns in die entgegengesetzte Richtung weisen. Wenn man auf Grund einer eingehenden und genauen Untersuchung einer grösseren Anzahl von Graphitlagerstätten zu dem Resultate kommen würde, dass der Graphit nichts weiter ist als das letzte Produkt einer ganz allmählichen Umwandlung der Pflanzenfaser, das letzte Glied in der Kette der Kohlengesteine, welche mit dem modernen Torf beginnend zu den Braunkohlen, Steinkohlen und endlich den Anthraciten der ältesten versteinierungsführenden Schichten hinüberleiten, dann, aber auch erst dann wäre man berechtigt, trotz der entgegenstehenden Ergebnisse unserer künstlichen Versuche, in den Graphitlagerstätten ein Aequivalent unserer Kohlenablagerungen zu sehen und aus dem Vorkommen von Graphit im Gebiete der krystallinischen Schiefer direct den Schluss zu ziehen, dass in jenen entlegenen Zeiten organisches Leben auf der Erde vorhanden war, von welchem uns sonstige Spuren nicht erhalten blieben.

Das chemische Experiment unterstützt somit die Anschauung nicht, dass der Graphit nichts weiter als die kohlenstoffreichste Kohle ist; es soll daher hier durch eine etwas eingehendere Untersuchung einer grösseren Anzahl von Graphitlagerstätten versucht werden, dieser Frage etwas näher zu treten, welche nicht nur für die Auffassung der Graphitlagerstätten selbst von hohem Interesse ist, sondern auch für eine ganze Reihe weiterer, grundlegender geologischer Probleme die letzte Lösung bietet.

Graphit und Graphitlagerstätten im Allgemeinen.

Zahlreich und in höchstem Maasse verschiedenartig sind die Vorkommnisse von Graphit, und man hat mehrfach versucht, auf Grund der weitgehenden Verschiedenheiten in der äusseren Erscheinungsform dieses Minerals wie in den durch die wechselvolle Art seiner Ausbildung modificirten chemischen Eigenschaften desselben verschiedene Species zu unterscheiden, deren Trennung aber, wie ich kürzlich ausführlicher¹⁾ begründet habe, in der

¹⁾ E. Weinschenk, Ueber den Graphitkohlenstoff und die gegenseitigen Beziehungen zwischen Graphit, Graphitit und Graphitoid. Zeitschr. f. Krystallogr. etc. 28, 291.

That nicht aufrecht zu erhalten ist. Die Varietäten Graphit, Graphitit und Graphitoid, welche man besonders zu unterscheiden versuchte, sind nichts anderes als verschiedene Ausbildungsformen einer und derselben Modifikation des Kohlenstoffs, die man daher zusammenfassend als Graphit bezeichnet. Die natürlichen Vorkommnisse zeigen das Mineral nur selten in reinem Zustande; meist ist es in höherem oder minderm Maasse verunreinigt und mit andern Mineralien vermengt, so dass es leicht erklärlich erscheint, dass noch zu Anfang unseres Jahrhunderts die elementare Natur des Graphites nicht als ausgemacht gelten konnte, da die meisten der untersuchten Vorkommnisse wenigstens geringe Mengen von Rückstand — „Asche“ — beim Verbrennen ergeben. Gewöhnlich sind diese Verunreinigungen so fein in dem Mineral vertheilt, dass sie nur durch mehrfaches Schmelzen desselben mit Kaliumhydroxyd etc. entfernt werden können; die Darstellung von chemisch reinem Graphit ist daher eine ziemlich umständliche Operation.

Der Graphit findet sich theils in blättrigen theils in stengligen Aggregaten von sehr verschiedener Beschaffenheit, von den grössten Tafeln bis zu mikroskopischen Aggregaten, und das makroskopische Aussehen ist dementsprechend verschiedenartig. Selbst bei gleichmässiger Ausbildung zeigt der Graphit auffallende Unterschiede in der Färbung; es gibt Tafeln, welche fast die Farbe des Molybdänglanzes, ein liches Bleigrau mit einem Stich ins Röhliche, aufweisen, während andere schwarz sind und etwa die Farbe des Eisenglanzes besitzen. Die grösseren Blätter und Blättchen des Minerals haben lebhaften, fettartigen Metallglanz, welcher bei den dichteren Varietäten nur noch in dem metallisch glänzenden Strich und auf den metallartigen Harnischen zum Ausdruck kommt, während der Querbruch derselben glanzlos und schwarz ist; die allerdichtesten Vorkommnisse endlich haben einen matten, schwarzen Strich und russähnliches Aussehen. Aber trotz der bedeutenden Verschiedenheit in ihrem Habitus ist an der Identität der verschiedenen Ausbildungsformen nicht zu zweifeln, dies beweisen nicht nur die übereinstimmenden, chemischen Verhältnisse, auch in den physikalischen Eigenschaften ist volle Analogie vorhanden.

Der Graphit ist krystallisirter Kohlenstoff gleich wie der Diamant, und man kann ihn wegen gewisser metallähnlicher, physikalischer Eigenschaften als die metallartige Modifikation des Kohlenstoffes bezeichnen. Er ist auch in der dünnsten Schicht vollständig undurchsichtig, ein guter Leiter für Wärme und Elektrizität, gegen chemische Einwirkungen ausserordentlich widerstandsfähig, unmelzbar und auch in erhöhter Temperatur nur schwer verbrennend. Alle diese Eigenschaften machen ihn in hohem Maasse geeignet zu den mannigfaltigsten technischen Zwecken, und vor allem ist es seine Verwendbarkeit zu Schmelztiiegeln, zu welchen Graphit im Gemenge mit Thon benutzt wird, die ihn geradezu unersetzbar macht. Die Weichheit und Milde des Minerals ferner, verbunden mit dem metallartig glänzenden, schwarzen Strich bedingen seine Verwendung zu Bleistiften, zu welchen allerdings nur besonders reine und nicht zu groblättrige, aber auch nicht zu dichte Graphite verarbeitet werden, da erstere in Folge der äusserst geringen Sprödigkeit des Minerals nur unvollkommen zerkleinert werden können, letztere aber, wie schon bemerkt, einen matten Strich haben.

Grobschuppige Graphite liefern die besten Schmelztiiegel, welche in Folge der gleichmässigen Vertheilung der vollkommen spaltbaren Graphitblättchen in ihrer Masse ein hohes Maass von Widerstandsfähigkeit gegen rasche Temperaturwechsel besitzen; sie dürfen aber, wenn sie zur Metallurgie tauglich sein sollen, keine Beimengungen schwefelhaltiger Mineralien

enthalten, noch auch mit solchen Substanzen verunreinigt sein, welche der Feuerbeständigkeit des beigemengten Thones schaden. Der für solche Zwecke nothwendige Grad von Reinheit ist an dem groben schuppigen Material verhältnissmässig leicht zu erreichen, und man erhält z. B. im Passauer Graphitgebiet durch einfache trockene Aufbereitung vorzügliche Resultate, welche das im Naturzustand sehr unreine Rohprodukt gleichwerthig mit guten Ceylongraphiten machen. Letztere sind allerdings im Naturzustand schon von der nothwendigen Reinheit.

Ebenso wie die grobschuppigen Graphite werden auch die ganz dichten in der Hauptsache zu Schmelzriegeln verarbeitet; aber bei letzteren kommt fast ausschliesslich die hohe Leitungsfähigkeit des Graphites für Wärme in Betracht, während die feinvertheilten Graphite den Riegeln nicht den hohen Grad von Elasticität ertheilen, wie die Blättergraphite. Mit diesen angefertigte Riegel sind daher dem Zerspringen viel mehr ausgesetzt, werden aber doch mit Vorliebe zu Schmelzungen bei besonders hoher Temperatur verwendet (Stahlguss etc.), da hier das Gerüste des Riegels selbst, der Thon, an sich so weitgehend verändert wird, dass eine öfters wiederholte Verwendung eines und desselben Riegels schon aus diesem Grunde nicht möglich ist. Doch steht der dichte Graphit um vieles niedriger im Preise als der Schuppengraphit. Dichte Graphite lassen sich in der Technik nur von ihren Erzbestandtheilen reinigen, eine weitere Concentrirung des Graphitgehaltes ist hier unmöglich.

Ausser zu Bleistiften und Riegeln werden besonders reine Graphitsorten wegen ihrer Leitungsfähigkeit für Elektrizität zu galvanoplastischen Zwecken, wegen ihrer Schlüpfrigkeit zum Schmieren von Maschinentheilen verwendet, während unreine Vorkommnisse als Anstrich eiserner Gegenstände gegen das Rosten, ferner zu Schmelzformen etc. Verwendung finden. Die Mannigfaltigkeit der Nutzbarmachung des Graphites ist an vielen Orten der Anlass zu seiner bergbauartigen Gewinnung gewesen, welche heutzutage allerdings nur noch an einer beschränkten Anzahl von Punkten mit Nutzen betrieben wird. Hauptproduktionsgebiet für grobschuppigen Graphit ist Ceylon, für dichten Oesterreich, neben welchen die übrigen graphitproducirenden Länder sehr in den Hintergrund treten. Geringere Mengen von Schuppengraphit producirt Deutschland, wofür ausschliesslich das Passauer Gebiet in Betracht kommt, und ebenso ist die Produktion Italiens, Frankreichs, Spaniens etc. sehr gering. England, welches früher durch ein Vorkommen von vorzüglichem Bleistiftgraphit im Borrowdale in Cumberland an der Spitze stand, ist heute aus der Reihe der Producenten verschwunden, und das gleiche dürfte für Sibirien gelten, welches in der von Alibert entdeckten Lagerstätte in den Batougolbergen bei Irkutsk das beste Material für Bleistifte geliefert hat, welches jemals aufgefunden wurde, und auch sonst noch reiche Graphitlagerstätten umschliesst. In geringerem Maasse wird ferner noch Graphit gewonnen an einigen Stellen der Vereinigten Staaten von Nordamerika und in Canada.

Die Literatur über die Graphitlagerstätten ist wenig umfangreich, da diese Vorkommnisse im Verhältniss zu ihrer Wichtigkeit für die Technik einestheils, zu dem wissenschaftlichen Interesse andererseits, welches sie darbieten, eine arge Vernachlässigung erfahren haben. So vielfach theoretische Abhandlungen über die geologische Bedeutung des Graphites auch abgefasst wurden und trotz mannigfaltiger Controversen über seinen Ursprung ist man nur selten und wenig eingehend an die Aufgabe herangetreten, auf Grund von Beobachtungen, welche in der Natur an Ort und Stelle gemacht wurden, eine Klärung der Ansichten herbeizuführen. Und so ist bis heute die Frage nach der geologischen Stellung des Graphites durchaus nicht geklärt, und man findet allenthalben in den Lehr- und Handbüchern der

Geologie Angaben, welche mit den thatsächlichen Verhältnissen nicht übereinstimmen, und die schliesslich auch zu ganz verkehrten Auffassungen in dieser Beziehung geführt haben.

Ausser in denjenigen Vorkommnissen, in welchen der Graphit in Folge seiner massenhaften Anhäufung Gegenstand technischer Gewinnung geworden ist, findet er sich in geringerer Menge äusserst weit verbreitet in den silikatischen, krystallinischen Schiefen, in den diesen eingelagerten Kalken und vor allem in den kontaktmetamorphischen Produkten, für welche er ein in hohem Maasse charakteristisches Mineral darstellt. Auch in einzelnen Eruptivgesteinen ist ein Gehalt an Graphit nachgewiesen, so in dem diamantführenden blue ground am Cap, in einzelnen Varietäten centralalpiner Granite etc.; häufiger noch findet er sich in solchen Gesteinen in einer Form, in der er nicht, wie in den erwähnten Beispielen, als Bestandtheil der Gesteine selbst angesehen werden kann, sondern vielmehr als Umwandlungsprodukt von Einschlüssen aufgefasst werden muss.

Man kann nach der Art des Vorkommens die Graphitlagerstätten eintheilen in gangförmige und lagerförmige, welche je wieder in eine Anzahl von Unterabtheilungen getrennt werden. Die ersteren pflegen reineres Material zu führen und sind daher von bedeutend höherem Werthe.

1. Gangförmige Graphitvorkommnisse:

a) Typus Ceylon¹⁾: Gänge von grobschuppigem bis grobstengligem Graphit setzen in einem granitischen Gestein oder dessen nächster Umgebung auf. Die einzelnen Blätter oder Stengel stehen in paralleler oder radialer Anordnung senkrecht auf den Salbändern der Gänge und sind oft in Folge von Verschiebungen in mannigfaltigster Weise gebogen und gewunden. Das Nebengestein der Gänge weist öfters weitgehende Zersetzung auf und besteht dann namentlich aus Kaolin und ähnlichen Zersetzungsprodukten. Die Graphite aus diesen Lagerstätten liefern das beste Material für die Tiegelfabrikation.

b) Typus Borrowdale²⁾: Die geologischen Nachrichten über die seit Jahrzehnten verlassenen und zerfallenen Gruben im Borrowdale bei Keswick in Cumberland sind leider sehr spärlich und lassen sich heute aus Mangel an Aufschlüssen nicht mehr vervollständigen. Aus den wenigen Beschreibungen aber geht mit Sicherheit soviel hervor, dass sich der feinschuppige Graphit, welcher seinerzeit das Material zu den berühmten englischen Bleistiften lieferte, auf Gängen fand, welche in einem „grünsteinartigen Porphy“ aufsetzten. Die Hauptgangmasse war Kalkspath, Braunspath und Quarz, in welchen Nester und Klumpen von oft sehr reinem Graphit vorkamen, welche bedeutende Mächtigkeit erreichten, und aus welchen die „echten“ Bleistifte direct herausgeschnitten wurden. Der Abfall, sowie unreinere Partien wurden zu Tiegeln verarbeitet.

c) Typus Batougol³⁾: Noch edler als das in Cumberland geförderte Material war dasjenige, welches Alibert auf seinen Forschungsreisen an der sibirisch mongolischen Grenze bei Irkutsk entdeckte, und welches sich durch eine ausserordentlich gleichmässig feinfasrige

¹⁾ J. Walther, Ueber Graphitgänge im zersetzten Gneiss von Ceylon. Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1889, 41, 359.

²⁾ Vergl. Oeynhausens und Dechen, Ueber die Graphitgrube zu Borrowdale. Karstens Archiv 1830, 2, 285.

³⁾ R. Helmhacker, Graphitvorkommnisse in Russland. Berg- und Hüttenmännische Zeitung 1896, 29. Vergl. auch dieselbe Zeitung 1860, 498 und 1861, 195.

Beschaffenheit und hohe Reinheit auszeichnet. Ueber das geologische Vorkommen desselben besitzen wir gleichfalls nur sehr wenige Angaben, aus welchen hervorgeht, dass mächtige Gänge von reinem Graphit ein granitisches oder dioritisches Gestein durchsetzten, und dass sich auch in benachbarten, contactmetamorphischen Kalken grosse Klumpen von reinem Graphit fanden. Die erstern sind es vor allem, welche die faserige Textur aufweisen, und deren Faserrichtung senkrecht auf den Wänden der Klüfte steht; durch geologische Dislocationen sind dieselben ebenso wie die Vorkommnisse Ceylons in mannigfaltiger Weise gebogen und fein gefältelt, wodurch ein holzfaserähnliches Aussehen entsteht, das selbst Breithaupt zu dem Irrthum veranlasste, dass dieser Graphit seinen Ursprung aus Holsfasern und Pflanzenzellen noch deutlich erkennen lasse. Der „Alibert“graphit wurde wohl ausschliesslich zu Bleistiften verwendet.

An jeden dieser drei Typen schliessen sich vereinzelt, meist weniger mächtige Vorkommnisse an, indess sind die in der Literatur aufzufindenden Angaben meist zu wenig prägnant, um eine sichere Einreihung eines jeden Vorkommnisses zu gestatten.

2. Lagerförmige Graphitvorkommnisse.

a) Typus Passau¹⁾: In der von der Donau im Süden, von der österreichischen Grenze im Osten begrenzten, östlichen Ecke Bayerns sind Gneisse und gneissartige Gesteine in höherem oder geringerem Maasse von schuppigem Graphit durchsetzt, welcher sich oft in mächtigen, linsenförmigen Massen bis zu einem Gehalt von 60% anreichert. Sie treten besonders gerne neben Einlagerungen von körnigem, contactmetamorphischem Kalk auf, der selbst auch etwas mit Graphit imprägnirt erscheint, und sind vor allem dadurch ausgezeichnet, dass das Graphit-führende Gestein und seine Umgebung gewöhnlich in hohem Maasse verändert sind, so dass allenthalben Vorkommnisse von Kaolin, Opal und andern Zersetzungsprodukten auf das Innigste mit den Graphitlagerstätten verbunden sind. 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. Die in diesen Lagerstätten vorkommenden Graphite sind nach ihrer Reinigung gute Tiegelgraphite.

b) Typus Schwarzbach-Krumau²⁾: Diese Gruppe von Vorkommnissen, welche im südlichen Böhmerwald zwischen Stuben, Schwarzbach und Krumau ihre typischste Entwicklung besitzt, scheint am weitesten von allen verbreitet zu sein. Sie schliessen sich in der Art ihres Auftretens in linsenförmigen Einlagerungen, in ihrer geologischen Verbindung mit Kalkeinlagerungen und der Häufigkeit der Bildung von Kaolin und anderen Zersetzungsprodukten aufs engste an den Typus Passau an, von welchem dieselben nur die

¹⁾ C. W. Gümbel, Geognostische Beschreibung des ostbayerischen Grenzgebirges etc. Gotha 1878, 590. Vergl. auch: E. Weinschenk, Ueber einige Graphitlagerstätten. Zeitschr. prakt. Geol. 1897.

²⁾ F. Hochstetter, Geognostische Studien aus dem Böhmerwalde. Jahrb. k. k. geol. Reichsanst. Wien, 1854, 5, 1. Vergl. auch: Bonnefoy, Gîtes de graphite de la Bohême meridionale. Annales des Mines 1879, 157 und E. Weinschenk, Ueber einige Graphitlagerstätten. Zeitschr. prakt. Geol. 1897. Analoge Verhältnisse werden beschrieben von: E. Tietze, Ueber das Graphitvorkommen von Kunstadt in Mähren. Verh. k. k. geol. Reichsanst. Wien 1873, 38 und M. V. Lipold, Die Graphitlager nächst Swojanow in Böhmen. Jahrb. k. k. geol. Reichsanst. Wien 1863, 13, 261 sowie von mehreren Anderen.

dichtere, weniger deutlich krystallinische Beschaffenheit des auftretenden Graphites trennt. Einzelne dieser Vorkommnisse besitzen einen so hohen Grad von Reinheit, dass sie ohne Weiteres zur Anfertigung feiner Bleistifte Verwendung finden können; die meisten aber sind ziemlich unrein und werden nach ihrer Reinigung von den stets vorhandenen Schwefelmetallen hauptsächlich zu minderwerthigen Schmelztiegeln, sowie als Anstrich verwendet.

c) Typus Paltenthal-Kaisersberg¹⁾: Am Nordrand der Centralzone der Alpen in Steiermark findet sich ein System von carbonischen Schichten, Thonschiefern, Kalken und Conglomeraten mit eingelagerten Kohleflözen weitgehend umgewandelt, wobei die Structur der Gesteine krystallinisch geworden, der Gehalt derselben an Kohle aber in Graphit übergegangen ist. Der dort geförderte Graphit hat nicht selten das Aussehen der Kohle, aus welcher er hervorging, völlig bewahrt, und lässt sich oft im Handstück nur schwer von einem Anthracit unterscheiden. Er ist von sehr dichter Beschaffenheit, so dass er meist keinen glänzenden Strich mehr gibt, oft ist er auch bei grosser Reinheit merkwürdig hart, besitzt aber sonst alle Eigenschaften eines echten Graphites, so dass er wie die geringeren böhmischen Sorten in der Hauptsache zur Anfertigung von Tiegeln Verwendung findet: die steierischen Vorkommnisse zeichnen sich aber dadurch vor den böhmischen aus, dass ihnen ein Gehalt an Schwefelmetallen völlig abgeht, wodurch kostspielige Schlammprozesse unnöthig werden.

Schon aus dieser Zusammenstellung der wichtigsten Vorkommnisse von Graphit folgt, dass man den Graphit nicht schlechtweg als Endprodukt des Verkohlungsprozesses ansehen darf, welcher sich während der langen Zeiträume von der Ablagerung der Gesteine der archaischen Periode bis zum heutigen Tage in fortlaufender Reihe abgespielt hätte, und dass die Einlagerungen von Graphit im Urgebirge uns nicht direkt die Beweise für das Vorhandensein eines mächtig entwickelten organischen Lebens an die Hand geben. Vielmehr mahnt uns schon die grosse Mannigfaltigkeit in der Ausbildung der Vorkommnisse von Graphit, dass verschiedene Ursachen zur Entstehung der Ablagerungen dieses Minerals Anlass gegeben haben.

In den folgenden Studien sollen nun die Resultate der Untersuchungen der im Obigen aufgezählten hauptsächlichsten Typen von Graphitlagerstätten gegeben werden, soweit dieselben heute noch mit Aussicht auf Erfolg studirt werden können.

Die erste Abhandlung umfasst die Beschreibung der Graphitlagerstätten von Passau in Bayern und von Schwarzbach und Krumau in Böhmen, welche ich während mehrerer Jahre zu studiren Gelegenheit hatte; weiter folgen Studien über die Graphitlagerstätten der Steiermark, welche ich kürzlich besuchte, sowie der grossartigen Vorkommnisse der Insel Ceylon, welche Herr Custos Dr. Grünling einer eingehenden geologischen Durchsicht unterzog, der mir auch das bei diesen Forschungen gesammelte, reichhaltige Material freundlichst zur genaueren petrographischen und chemisch-geologischen Untersuchung überliess. Die beiden noch fehlenden Typen Borrowdale in Cumberland und Batougol in Sibirien dürften kaum mehr die Möglichkeit einer eingehenden Durchforschung bieten, da die für solche Untersuchungen nothwendigen Aufschlüsse dort nicht mehr vorhanden sind.

¹⁾ K. Paul, Das Graphitvorkommen im Paltenthal in Steiermark. Verh. k. k. geol. Reichsanst. Wien 1872, 169. Vergl. auch: D. Stur, Funde von untercarbonischen Pflanzen etc. Jahrb. k. k. geol. Reichsanst. Wien 1883, 33, 189 und H. v. Foullon, Ueber die petrographische Beschaffenheit etc. Ebenda 207.

I.

Die Graphitlagerstätten
des bayerisch-böhmischen Waldgebirges.

(Mit 2 Tafeln.)

Folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse der Untersuchungen über die Wirkung von ...

Die Graphitlagerstätten

Die Graphitlagerstätten sind in der Regel in Schichten oder Schichten ...

Die Lagerstätten sind in der Regel in Schichten oder Schichten ...

Die Lagerstätten sind in der Regel in Schichten oder Schichten ...

Die Lagerstätten sind in der Regel in Schichten oder Schichten ...

Allgemeine Uebersicht.

Zahlreich sind in der Gneissformation des Bayerischen Waldes die Vorkommnisse von Graphit, aber nur nordöstlich von Passau gegen die österreichische Grenze zu findet sich dieses Mineral in bedeutenderen Anreicherungen, welche in grosser Zahl auf einem verhältnissmässig geringen Raum zusammengedrängt, schon frühzeitig zu einer schwunghaften Industrie Anlass gegeben haben. Den Anfang der Graphitgewinnung in diesem Gebiete festzustellen, dürfte kaum möglich sein, denn schon in prähistorischer Zeit waren Gefässe im Gebrauch, welchen Graphit beigemischt war, wie nicht wenige Funde in den Reihengräbern beweisen. Im späteren Mittelalter stand die Industrie schon in hoher Blüthe und die Alchymisten benutzten in ihren primitiven Laboratorien die mit Graphit hergestellten „Passauer Tiegel“. Heute noch wie damals bildet der Markt Obernzell bei Passau den Mittelpunkt der Schmelztiegelfabrikation des Gebietes, eines Industriezweiges, der, wie gleich hier bemerkt werden mag, fast die gesammte Ausbeute an Graphit im Passauer Gebiete absorbiert. Die geologischen Verhältnisse des in Betracht kommenden Gebietes mit besonderer Berücksichtigung der Graphitvorkommnisse wurden von Gumbel¹⁾ in übersichtlicher Weise dargestellt, so dass in dieser Beziehung nur wenig hinzuzufügen ist.

Gegen die österreichische Grenze zu tritt an Stelle des Gneisses ein Granitmassiv, und mit diesem hören die Einlagerungen von Graphit auf, um erst weiter nordöstlich von demselben in der Gneissformation der Gegend von Schwarzbach in Böhmen wieder einzusetzen, von wo sie in nordöstlicher Richtung streichend sich in wechselnder Mächtigkeit und Anzahl nach Krumau fortsetzen. Namentlich an den beiden genannten Orten haben sie zu einem grossartigen Bergbau Anlass gegeben.

Der Passauer Graphit ist von grobschuppiger Ausbildung, er lässt sich daher leicht aus dem Gestein isoliren und stellt in gereinigtem Zustande ein werthvolles Material zur Anfertigung der feinsten Graphittiegel dar. Der böhmische dagegen ist sehr feinschuppig bis dicht, und namentlich sind es die ersteren Varietäten, welche bei entsprechender Reinheit das beste Material zu Bleistiften abgeben, während die dichten gleichfalls zu Tiegeln verarbeitet werden, welche aber weniger hoch im Werthe stehen als die aus Passauer Graphit angefertigten. Auch die Methoden der Reinigung des Rohproductes sind entsprechend der verschiedenen Beschaffenheit des gewonnenen Graphites in beiden Gebieten verschieden, doch ist man hier wie dort natürlich vor allem darauf angewiesen, solche Verunreinigungen zu entfernen, welche geeignet sind, den Werth des Graphites für Giessereizwecke herabzudrücken. Von diesen stellt ein fast ständiger Gehalt an Schwefelkies den gefährlichsten

¹⁾ C. W. Gumbel, Geognostische Beschreibung des ostbayerischen Grenzgebirges etc. Gotha 1878.

Feind dar, da durch den Schwefelgehalt die in dem Tiegel geschmolzenen Metalle bruchig und unbrauchbar werden. Im Passauer Gebiete wird die geringe Sprödigkeit der Graphitblättchen benützt, um ihn von dem spröden Kies und gleichzeitig von anderen spröden Beimengungen zu reinigen. Das ganze graphitführende Gestein, dessen Gehalt an Graphit oft nicht mehr als 20—25% beträgt, wird zerstampft, wodurch alles Spröde zu feinem Staub wird, während die Graphitblättchen nur wenig Veränderung erfahren. Der Staub wird dann ausgeblasen oder abgesiebt und auf diese Weise ein „Flinz“ dargestellt, welcher über 90% Graphit führt. Die Verunreinigungen, welche derselbe in gereinigtem Zustand noch enthält, sind meist Glimmerminerale; der Gehalt an schwefelhaltigen Mineralien, sowie an solchen, welche die Feuerbeständigkeit des Thones gefährden, mit welchem der Graphit zur Verfertigung der Tiegel vermischt wird, lassen sich durch diese Aufbereitung völlig entfernen.

Der dichtere, böhmische Graphit wird, soweit er die für die Bleistiftfabrikation nöthige Beschaffenheit zeigt, als Naturwaare in den Handel gebracht. Die weniger reinen und zu dichten Sorten werden fein gemahlen und durch Schlämmprozesse von den schweren Erzbestandtheilen befreit. Eine weitere Concentrirung des Graphitgehaltes lässt sich aber hier nicht durchführen und die „Raffinaden“ haben nur einen um wenig höheren Gehalt an Graphit als das Rohmaterial, in welchem derselbe durchschnittlich 50—60% beträgt.

Das geologische Bild, welches die Passauer Graphitlagerstätten darbieten, ist in hohem Maasse mannigfaltig und zeigt des Interessanten so viel, wie man dies kaum irgendwo im Urgebirge auf so engem Raum beisammen trifft. Zwar sind es nicht mächtige tektonische Umwälzungen, welche uns hier entgegentreten, vielmehr sind die tektonischen Verhältnisse einfach und ziemlich klar vor Augen liegend, aber die Mannigfaltigkeit der hier auftretenden Gesteine, ihre gegenseitigen Altersverhältnisse und vor allem die Umbildungen, welche die Gesteine im Laufe der Zeit erlitten haben, bieten so viele neue Gesichtspunkte dar, dass eine petrographische und chemisch-geologische Schilderung des hier Beobachteten einen wichtigen Beitrag zu unserer Kenntniss von der Bildung und Umbildung der Gesteine liefert. Wenn dabei auch nicht alle Fragen sogleich entschieden werden können, und wenn auch selbst in den hauptsächlichsten Punkten manche Lücke auszufüllen bleibt, so glaube ich doch durch eine Zusammenfassung der Resultate meiner Untersuchungen die genetischen Beziehungen dieser Graphitlagerstätten dem Verständniss wenigstens um einen kleinen Schritt näher zu bringen.

Verhältnissmässig einfach sind dagegen die Verhältnisse im Graphitgebiete von Schwarzbach und Krumau in Böhmen, aber ein eingehendes Studium in der Natur wie am Mikroskop lässt doch die Hauptzüge wieder erkennen, welche als besonders charakteristisch die Passauer Lagerstätten allenthalben darbieten; und wenn auch das Studium der böhmischen Vorkommnisse allein kaum auf die richtige Fährte zur Erkenntniss ihrer Entstehungsart leiten würde, so sind doch die Leitmotive allenthalben so ausgesprochen, dass wir bei allen Unterschieden im Einzelnen die beiden Formen von Graphitlagerstätten als äquivalente Bildungen ansehen müssen, welche vielleicht durch die Intensität der Prozesse sich unterscheiden, durch die sie hervorgebracht wurden, in der Art dieser Prozesse aber vollständig identisch sind. Es soll daher hier zunächst eine ausführliche Schilderung des im Passauer Gebiete Beobachteten folgen, welcher sich die Resultate der Untersuchungen der böhmischen Graphitlagerstätten anschliessen.

A. Das Passauer Gebiet.

Wie schon oben bemerkt, wurde eine umfassende geologische Schilderung des Passauer Graphitgebietes von Gumbel (l. c.) gegeben, aus welcher ich hier nur die für das Verständniss der chemisch-geologischen Prozesse hauptsächlich wichtigen Daten neben einigen durch die neueren Aufschlüsse ermöglichten eigenen Beobachtungen besonders hervorheben möchte. Der Graphit findet sich in zahlreichen Anreicherungen innerhalb des Systems der hercynischen Gneissformation, welches zwischen der Donau im Süden und mächtigen granitischen Stöcken im Westen, Norden und Osten zur Entwicklung gelangt ist. Der Gneiss ist gewöhnlich als Cordieritgneiss entwickelt und besitzt eine sehr wenig constante Beschaffenheit, indem, sowohl was die Mengenverhältnisse der einzelnen Mineralien, als was die Korngrösse betrifft, ein rascher Wechsel überall zu erkennen ist. Er enthält zahlreiche, bald mächtigere, bald weniger mächtige lager- bis stockförmige Einlagerungen von Schiefen und Massengesteinen mannigfachster Art.

In grösserer Anzahl beobachtet man, namentlich an der Peripherie des Gebietes isolirte Granitstöcke und Lager von sehr verschiedener Mächtigkeit, welche in ihrer mineralischen Zusammensetzung mit dem das Gebiet umgrenzenden Gesteine nahe übereinstimmen. Auch zu diesen gehörige Gänge aplitischer Gesteine, welche öfters eine ziemliche Mächtigkeit erreichen, sind nicht gerade selten. Ferner fallen besonders am Nordrand zwei ziemlich mächtige Stöcke eines Hornblendeplagioklasgesteines in die Augen, welches von Gumbel als Diorit bezeichnet wurde, dem das Gestein nach der älteren Nomenclatur angehört, das aber nach dem heutigen System der Petrographie bei dem Gabbro eingereiht werden muss. Weniger mächtige Gänge und Lager dieses Gesteines beobachtet man allenthalben, zumal in Begleitung der Einlagerungen von Graphit. Ebenso besonders häufig mit dem Graphit vergesellschaftet trifft man Gänge und meist minder mächtige Lager eines Porphyrits, den Gumbel als Nadeldiorit bezeichnet, und der mit dem Vintlit (Pichler-Rosenbusch) die grösste Verwandtschaft zu haben scheint.

Besonders weit verbreitet in wenig mächtigen Einlagerungen findet man des Weiteren allenthalben ein eigenthümliches syenitisches Gestein, welches häufig pegmatitartige Struktur hat, und das durch grossen Reichthum an Titanitkrystallen, sowie durch das nicht seltene Vorkommen des sogenannten Passauits, eines Mineralen der Skapolith-Gruppe, ausgezeichnet ist; im Feldspath dieses Gesteines sind nicht allzuselten Graphitschuppen vorhanden.

In ähnlicher Verbreitung wie das letztere Gestein und ebenso wie die übrigen gerne als Begleitgestein der Graphitlager beobachtet man körnigen Kalk, interessant durch das Vorkommen einzelner wohl ausgebildeter Graphit-Krystalle, sowie zahlreicher Contactmineralien, welche an Menge so überhand nehmen können, dass eigentliche Silicatlase entstehen. Verhältnissmässig seltener sind dagegen wenig mächtige, rasch auskeilende Einlagerungen von Granulit und Glimmerschiefer, welche zwar auch im Zusammenhang mit den Graphitschiefern auftreten, aber doch zu den selteneren Begleitgesteinen dieser Einlagerungen gehören.

All diese verschiedenartigen Gesteinstypen treten nun in interessanter Weise in Beziehungen zu den Graphitlagerstätten, so zwar, dass man aus diesem Zusammenvorkommen einestheils die gegenseitigen Altersbeziehungen dieser Gesteine selbst, welche sonst nicht leicht klar zu stellen sind, deutlich erkennt, andernteils aber daraus auch Anhaltspunkte für die Entstehung der Einlagerungen von Graphit erhält.

Im Allgemeinen haben die Anreicherungen von Graphit die Form von Linsen, welche den Schichten des Gneisses concordant eingelagert sind, und die gewöhnlich nicht sehr mächtig, oft nur als kleine Putzen entwickelt, auch im Streichen nur selten aushalten und daher nicht als eigentliche Lager bezeichnet werden können. Diese einzelnen linsenförmigen Einlagerungen schaaren sich besonders gerne zu grösseren Complexen von Lagerzügen, deren öfters 4—5 in kurzer Entfernung von einander streichen, worauf dann wieder auf weitere Entfernung ein fast vollständig graphitfreies Gebiet folgt. Diese Lagerzüge sind besonders an die verschiedenen, oben erwähnten Einlagerungen, namentlich diejenigen der syenitischen Gesteine und der krystallinischen Kalke gebunden, deren längere Erstreckung häufig zu einer Aneinanderreihung der Graphitlinsen Anlass gegeben zu haben scheint. Die graphitführenden Gesteine grenzen daher häufig nicht direct an eigentliche Gneisse an, und man kann auch nicht allmähliche Uebergänge von gewöhnlichem Cordierit-Gneiss zum Graphit-Gneiss beobachten, sondern die mehr oder minder graphitreichen Gesteine treten meist unvermittelt neben sehr graphitarmen oder ganz graphitfreien auf.

Besonders massenhaft finden sich die graphitführenden Einlagerungen an der nördlichen und östlichen Peripherie des Cordieritgneissterrains, über welches sie nirgends hinausgreifen, und sie sind unweit der Grenze gegen den Granit allenthalben am besten entwickelt und in grösster Anzahl zur Entfaltung gekommen.

Besondere Wichtigkeit haben die Lager von Pfaffenreuth-Kropfmühle im Norden, von Oberöztzdorf und Pelzöd in der Mitte und von Diendorf und Willersdorf im Süden des Ostrand des Gebietes gewonnen, und der an diesen Localitäten geförderte Graphit zeichnet sich durch besonders grobschuppige Beschaffenheit aus, liefert also für den Zweck der Tiegelfabrikation das brauchbarste Material.

Allerdings finden sich auch gegen die Mitte des Gneisscomplexes zu in grösserer Anzahl und zum Theil in ziemlicher Mächtigkeit Einlagerungen von Graphitgneissen, wie z. B. bei Scheibing, bei Haar und sogar noch jenseits des Erlauthales bei Schörgendorf, aber das Material, welches hier gefördert wird, ist bei Weitem weniger grobschuppig und daher von geringerem Werthe, wesshalb auch die Gewinnung hier viel weniger intensiv betrieben wird, ja an zahlreichen Punkten, wo früher gearbeitet wurde, ganz zum Erliegen gekommen ist.

Was aber schon bei einer oberflächlichen Betrachtung der Graphitlagerstätten am meisten in die Augen fällt, das ist der oft ausserordentlich weit vorgeschrittene Zustand der Zersetzung, in welchem sich der Graphitgneiss selbst, ebenso wie die ihn begleitenden Silicatgesteine, vor allem der normale Gneiss und der Syenit befinden, und welcher in vielen Fällen eine nutzbringende Gewinnung des Graphites erst ermöglicht, da die Gesteine entweder kaolinisirt oder zu einem erdigen Mulm, einem Gemenge aller möglichen Silikate zerlegt sind, wodurch das Abteufen der Schächte und die Aufbringung des Graphites sehr erleichtert wird.

Zersetzungen von einer ähnlichen Intensität, wie man sie hier beobachtet, gehören zu den seltenen Erscheinungen, und dieselben können schon desshalb nicht durch abnorm mächtige Einwirkungen der Atmosphärien erklärt werden, weil man sie in gleicher Intensität bis in die tiefsten bis jetzt erreichten Teufen beobachtet.

Eines dieser Zersetzungsprodukte, der Kaolin, war in früherer Zeit in grösserem Maasse Gegenstand bergmännischer Gewinnung, heute wird jedoch nur noch in einer einzigen Grube,

unweit von Willersdorf, Kaolin gefördert. Als Muttermineral des Kaolins wurde früher der als Passauit bezeichnete Skapolith (daher auch Porzellanspath genannt) angesehen, da man häufig die Beobachtung macht, dass die Kaolinisirung des Syenites mit der Umwandlung des Skapolithes begann; aber auch skapolithfreie Einlagerungen von Syenit und ebenso ganze Lagen von Gneiss, oft noch mit erhaltener Schichtung sieht man in Kaolin umgewandelt, dessen Bildung häufig von einer massenhaften Ausscheidung von Opal begleitet ist.

Das zweithäufigste Zersetzungsprodukt, welches man hier allenthalben in Massen beobachtet, ist der Nontronit, der, wie ich kürzlich¹⁾ nachgewiesen habe, die dem Kaolin entsprechende Eisenoxydverbindung darstellt. Er ist gewöhnlich gemengt mit einer lichtgrauen, asbestartigen, thonerdereichen Hornblende, sowie gleichfalls mit Opal, in welchen er auch oft in grossen Mengen eingewachsen ist, wodurch der sogenannte Chloropal entsteht.

Während aber die Kaolinisirung entweder ein einzelnes Mineral des Gesteins oder weit häufiger das ganze Gestein ergreift, ohne dass man den Weg der umwandelnden Agentien auf Klüften und Adern innerhalb des Gesteines verfolgen könnte, sieht man bei der Nontronitbildung häufig den Weg, welchen die umwandelnden Agentien genommen, deutlich angezeigt.

Am einfachsten liegt die Sache, wenn das basische Mineral des Syenits allein — wohl ursprünglich ein Pyroxenmineral, das später uralitisirt wurde und nun endlich zu Nontronit wird — durch ein lockeres Aggregat von Nontronit ersetzt ist; man kann sich den Verlauf dieser Umwandlung vom chemischen Standpunkt verhältnissmässig leicht klar machen. Wenn man aber beobachtet, wie der ganze Syenit oder der Gneiss von kleinen Adern mit Nontronit und Asbest durchzogen wird, und wie von diesen aus nicht nur die an sich eisenhaltigen Bisilicate, sondern ebenso Orthoklas und Quarz in demselben Gemenge mit einem vorherrschenden Eisenoxydsilicat aufgehen, so muss man schon sehr complicirte Prozesse annehmen, um Umsetzungen nur einigermaßen plausibel zu machen, welche man fast allenthalben, namentlich an den dem Granit benachbarten Graphiteinlagerungen beobachtet. Schliesslich findet man, dass der ganze Bestand des ursprünglichen Syenits oder Gneisses ohne Rest zu einem derartigen Aggregat zersetzt wurde. Dem Nontronit wie dem Kaolin sind gar nicht selten einzelne Graphitblättchen beigemischt, wie sie auch die frischen Gesteine, aus welchen sie hervorgehen, enthalten.

Eine dritte Form analoger Umwandlungsproducte, welche gleichfalls auf höchst complicirte Prozesse schliessen lässt, liegt in dem sogenannten Mog vor, einer dunkelbraunen, mulmigen Masse, in welcher man häufig noch Schichtung und zwischengelagerte, weniger stark umgewandelte Schichten von Gneiss beobachtet. Er findet sich in langgestreckten Schmitzen und Schnüren und dürfte im Allgemeinen aus Gneiss hervorgegangen sein, doch sind von dem ursprünglichen Mineralbestand kaum irgendwo mehr Spuren zu erkennen und die Hauptmasse dieses Mulms besteht aus einem amorphen, in Säure äusserst leicht löslichen, wasserhaltigen Mangansuperoxydsilicat, in welchem verschiedene, ringsum auskrystallisirte Mineralien eingewachsen sind. Unter diesen beobachtet man in grösster Menge und oft zu kleinen, perlmutterglänzenden Flecken zusammengehäuft, ein nakritähnliches Mineral, ein wasserhaltiges Magnesiathonerdesilicat, welchem ich den Namen Batavit gegeben habe, und welches überhaupt im ganzen Graphitgebiet eine grosse Rolle spielt. Daneben findet

¹⁾ E. Weinschenk, Beiträge zur Mineralogie Bayerns. Zeitschr. f. Kryst. 25, 135.
Abh. d. II. Cl. d. k. Ak. d. Wiss. XIX. Bd. II. Abth.

sich eine vollständig farblose, aber sehr thonerdereiche Hornblende, ebenso wie der Batavit vollständig frei von Mangan, ein lichtvioletter Spinell, runde Körner von Apatit, opake, dem Braunit oder Hausmannit angehörige Kryställchen und endlich einzelne Blättchen von Graphit.

Es erscheint zunächst bemerkenswerth, dass diese Umwandlungsproducte, welche ganz unzweifelhaft genetisch mit der Entstehung der Graphitlagerstätten verknüpft sind, der Nontronit sowohl wie der Mog, Eisen und Mangan fast nur in den höchsten Oxydationsstufen enthalten, so dass sich hier die sonst so seltenen wasserhaltigen Eisenoxyd und Mangansuperoxydsilicate in grosser Menge bilden konnten, während z. B. das Amphibolmineral sich als vollständig manganfrei erweist; und doch sind gerade die Amphibole so sehr geneigt, Manganoxydul aufzunehmen, welches also offenbar bei der Bildung dieser Massen überhaupt nicht vorhanden war.

Ausser diesen wohl charakterisirten Bildungen finden sich nun aber alle möglichen Aggregate, welche secundär aus den die Graphitlagerstätten umgebenden Silicatgesteinen hervorgegangen sind, allenthalben vor. Sie bestehen zum Theil aus Gemengen von Kaolin, Nontronit, Mog, Batavit, Opal und Eisenoxydhydrat, zum Theil aber führen sie wohl auch andere feinschuppige Mineralien von glimmerartiger Zusammensetzung und jedenfalls auch leicht zersetzliche, alkalihaltige Silikate, denn der aus den Graphitgruben geförderte Schutt bedeckt sich mit ganz ungewöhnlicher Schnelligkeit mit einer äusserst üppigen Vegetation, so dass Gruben, welche noch vor kurzer Zeit im Betrieb waren, vollständig mit einem dichten Wald von Stauden bewachsen sind.

Diese verschiedenartigen Umwandlungsproducte, welche zumeist eine lockere, erdige Beschaffenheit haben und leicht mit der Hacke losgelöst werden können, treten, wie schon erwähnt, in innigster Verbindung mit den Graphitlinsen auf, und sie finden sich an den verschiedensten Punkten, namentlich aber in der Nähe der Grenze gegen den Granit. Die Gesteine sind dann in der Tiefe in derselben Weise zerstört und aufgelöst, wie dies an der Oberfläche der Fall ist. Nur selten kommt der Fall vor, dass das oberflächlich und in geringerer Teufe mulmige Gestein bei weiterem Vordringen in die Tiefe eine harte Beschaffenheit annimmt und dadurch meist der Graphitgewinnung ein Ziel setzt; es scheint diess aber gleichzeitig ein Anzeichen für das Auskeilen der Graphitlinse zu sein, welche oberflächlich angeschnitten war, und der weiter in die Tiefe setzende Bergbau beweist, dass man in tieferen Niveaus wieder auf Anreicherungen von Graphit stossen kann, an welchen dieselben Umwandlungserscheinungen vorhanden sind, wie an den der Oberfläche verhältnissmässig nahe gelegenen Linsen. In anderen Fällen aber fehlen diese Zersetzungserscheinungen in Begleitung der Graphitlinsen überhaupt vollständig, und die Gesteine sind, nachdem die oberflächliche Verwitterungsschicht entfernt ist, hart und compact und besitzen ein verhältnissmässig frisches Aussehen. Dann ist auch das den Graphit führende Gestein fest, und die Gewinnung des Minerals ebenso wie dessen Verarbeitung wird zu einer ziemlich kostspieligen. Merkwürdig ist des Ferneren die Erscheinung, dass in einem und demselben Complex von Lagerzügen, wie sie oben geschildert wurden, einer der Züge durchaus weiche, zersetzte Gesteine führt, während an dem in nächster Nähe aufsetzenden der Graphitgneiss sowohl wie dessen Nebengestein nur geringe Spuren von Umwandlungen aufweist.

Während so in der Beschaffenheit des Syenites, wie der Gneisse da, wo sie an die Graphitlager herantreten, grosse Unterschiede in Bezug auf das Stadium der Zersetzung

vorhanden sind, beobachtet man, dass die granitischen Gesteine, die Porphyrite und Gabbro allenthalben compact und verhältnissmässig frisch erhalten blieben, selbst wenn die zuerst genannten Gesteine zu einem unkenntlichen Mulm geworden sind. Die Beobachtung im Felde gibt leicht Aufschluss über dieses eigenthümliche Verhältniss; man findet nämlich mehr oder minder mächtige Gänge dieser Gesteine, welche auf zahlreichen Klüften durch die Graphitlinsen hindurchsetzen, dieselben in nordwest-südöstlicher Richtung oft auf ziemliche Entfernung, oft auch mit bedeutender Schleifung der Schichten verwerfend, wodurch sich diese Gesteine als jüngere Bildungen zu erkennen geben. Die Gänge, seltener auch die Lager der Plagioklasgesteine zeigen zum Theil kugelige Absonderung — „Kugeldiorit“ — oder plattige Beschaffenheit, dann sind gewöhnlich die Zwischenlagen zwischen den Platten und die Räume zwischen den Kugeln stark verwittert, während diese selbst ganz frisch geblieben sind oder jedenfalls nur sehr geringe Veränderungen erlitten haben. Zwischen dem Graphit und dem Gange selbst stellt sich gerne ein polirter Graphitharnisch ein und das Massengestein ist zunächst am Contact gewöhnlich ganz verwittert. Nur auf dem Grubenfeld Winkelacker bei Pfaffenreuth gelang es mir, noch einigermaßen erhaltene Contactstücke zwischen dem dort als Lager auftretenden Porphyrit und dem Graphitgneiss aufzufinden. Der sonst frische Porphyrit ist zwar auch hier an der Grenze matt und mürbe, aber man sieht bei mikroskopischer Betrachtung, wie er zahlreiche, feine Apophysen in den Graphitschiefer aussendet und hin und wieder selbst kleine Fragmente von demselben umschliesst. Im Allgemeinen bilden die Plagioklasgesteine das Hangende, Syenit und Kalk das Liegende der Graphitlinsen.

Eine in hohem Maasse charakteristische Erscheinung ist ferner die, dass ein Theil der Graphitgneisse ausserordentlich reich an Schwefelkies ist, wodurch sie eine ziemlich feste Beschaffenheit erhalten, während in andern Schwefelkies nur in Spuren vorhanden ist. Die genauere Untersuchung lehrt, dass die schwefelkiesführenden Linsen meistens im Hangenden von einem Lager eines der Plagioklasgesteine begleitet werden, auf dessen Einwirkung die Imprägnation mit Kies zurückgeführt werden muss. Die ursprünglich lockeren und stark zersetzten Gesteine haben durch diese Imprägnation wieder eine ziemliche Consistenz erhalten. Durch diese Kiesführung wird, wie ich schon in der Einleitung erwähnte, die Qualität des Graphites insofern herabgedrückt, als derartige Vorkommnisse beim Lagern in feuchter Atmosphäre stark vitriolesciren, wobei offenbar die Graphitblättchen sich mit Schwefelsäure vollsaugen, was beim späteren Trocknen des Materials ein Aufblähen und dadurch eine Zerreissung der Blättchen zur Folge hat, welche allerdings in geringerem Maasse schon im feuchten Zustande stattfindet.

Dass die Kiesimprägnation thatsächlich jünger ist als die Graphitbildung wird auch dadurch sichergestellt, dass man in derartigen Gesteinen im Dünnschliff allenthalben Adern von Kies durch die Graphitblättchen hindurchsetzen und dieselben umhüllen sieht, wie auch nicht selten die Grenzen der übrigen Bestandtheile derartiger Gesteine durch feine Schwefelkiesconturen von einander sich abheben. (Vgl. Taf. II, Fig. 2.)

Die linsenförmigen Graphitanreicherungen sind im Uebrigen nicht in ihrer ganzen Masse gleichmässig zusammengesetzt, wenn auch in der Hauptsache in einer und derselben Linse grosse Schwankungen nicht vorhanden sind, aber sie umschliessen allenthalben wieder kleinere, parallel der Schieferung eingelagerte Knauern und Linsen, welche sehr graphitarm bis graphitfrei sind. Diese Knauern sind zum Theil sehr grobkörnig, zum Theil wieder

ziemlich feinkörnig und erscheinen bei flüchtiger Betrachtung als frische, seltener auch als etwas zersetzte Cordieritgneisse mit sehr wenig Glimmer. Eine eingehende Untersuchung aber zeigt, dass das cordieritähnlich erscheinende Mineral in allen Fällen ein lebhaft blau gefärbter Quarz ist, welcher seine blaue Färbung einem sehr geringen Mangengehalt verdankt, und dass diese Gesteine stets vollkommen cordieritfrei sind. Neben dem Blauquarz ist ein Oligoklas der häufigste Gemengtheil derselben, welcher oft in sehr grossen Individuen mit schöner Zwillingslamellirung auftritt. Die einzelnen Krystalle des Oligoklases erscheinen oft stellenweise makroskopisch vollständig frisch und klar, während andere Partien derselben Krystalle scharf gegen die frischen Theile abgegrenzt, vollständig in eine dichte, weisse steinmarkähnliche Substanz umgewandelt sind.

Die interessantesten Funde aber, welche ich in der Umgebung dieser Graphitlinsen machte, stammen aus den Grubenfeldern Winkelacker und Hinterwiese zwischen Pfaffenreuth und Leitersberg, wo ein Zug von meist pyritführenden Graphitlinsen unweit der Grenze gegen eine abgetrennte Granitpartie eingelagert ist. Hier fand ich, und zwar an mehreren ziemlich weit von einander entfernten Stellen Stücke von stark zersetztem Gneiss von weisslicher bis gelblichgrauer Farbe, der zum Theil selbst stark graphitführend ist, und in welchem Gänge und Adern, mit grossschuppigem Graphit ausgefüllt, das ganze Gestein in allen Richtungen durchziehen, so dass es den Eindruck einer durch Graphit verkitteten Breccie macht. Die Blätter des Graphites dieser Gänge stehen stets senkrecht auf den Kluftwänden, und diese Varietäten, welche gleichzeitig die grobschuppigsten des ganzen Gebietes darstellen, zeigen eine vollständige Analogie mit den bekannten grossblättrigen Ceyloner Vorkommnissen, die in allen Sammlungen verbreitet sind, und deren geologisches Auftreten nach den Untersuchungen von Walther¹⁾ ganz mit dem hier beobachteten übereinstimmt.

B. Das Gebiet von Schwarzbach und Krumau.

Um vieles einfacher als im Passauer Gebiete sind die geologischen Verhältnisse der Graphitlagerstätten von Schwarzbach und Krumau, aber während dort in dem geologischen Befunde selbst schon gewissermassen ein Schlüssel zur Deutung der chemisch-geologischen Frage gegeben ist, welche die Lagerstätte darstellt, finden wir in den geologischen Beobachtungen im böhmischen District keine besonders hervortretende Erscheinung, welche uns auf die richtige Fährte leiten würde.

Die Geologie des in Frage kommenden Gebietes in weiterem Umkreis wurde von Hochstetter²⁾ studirt, welcher auch die Graphitlagerstätten in den Bereich seiner Untersuchungen zog. Später gab auch Bonnefoy³⁾ einen kurzen Ueberblick über die geologischen Verhältnisse derselben. Hier möchte ich nur einige Angaben über das Vorkommen des Graphites selbst machen und die Umgebung nur insoweit berücksichtigen, als aus

¹⁾ J. Walther, Ueber Graphitgänge in zersetztem Gneiss von Ceylon. Zeitschr. d. geol. Ges. 1889. 41, 35.

²⁾ F. Hochstetter, Geognostische Studien aus dem Böhmerwalde. Jahrb. k. k. geol. Reichsanst. Wien 1854. 5, 1.

³⁾ Bonnefoy, Gites de graphite de la Bohême meridionale. Annal. des Mines 1879. 157.

den beobachteten Verhältnissen sich Schlüsse auf die Entstehung der Graphitlagerstätten ziehen lassen.

Ebenso wie bei Passau finden sich hier die Einlagerungen von Graphit innerhalb der Gneissformation, aber die Art der Ausbildung des Gneisses sowohl, als auch die sonstigen hier beobachteten Einlagerungen zeigen bedeutende Unterschiede gegenüber von jenem Gebiete. Während dort nur ganz untergeordnet vereinzelte Lagen von Granulit und von Glimmerschiefer beobachtet werden konnten, erreichen diese Gesteine im böhmischen Gebiete eine ganz ungewöhnliche Bedeutung, die mächtige Granulitinsel des Planskerwaldes, welche eines der am schönsten entwickelten Granulitgebiete darstellt, ist dem Graphitgebiete gegen Norden direkt vorgelagert, während gegen Süden und Westen sich ein bedeutendes Glimmerschieferterrain anschliesst.

Zahlreiche Einlagerungen von körnigem Kalk finden sich auch hier, und dieselben sind sehr häufig die Begleiter des Graphites. Sie enthalten in Menge Krystalle charakteristischer Contactmineralien, unterscheiden sich aber von den früher besprochenen durch ein dichteres Aussehen und meist grauliche oder gelblich weisse Farben. Ein ferner in hohem Maasse bezeichnender Unterschied besteht darin, dass die Passauer Lagerstätten in direct kenntlichen Beziehungen zum Granit stehen, während hier das anstehende Granitmassiv des Plöckensteines in ziemlicher Entfernung westlich von dem Beginn des graphitreichen Streichens bei Stuben ist, von welchem sich die ganze Linie der Graphitlagerstätten, die etwa nordöstlich streicht, immer weiter entfernt. Doch deuten zahlreiche kleine Putzen und grössere Gänge von Granit, welche auf der ganzen Erstreckung allenthalben im Gneiss stecken, die Nähe eines granitischen Centrums an.

Auch unter den Gesteinen, welche lagerförmig die Graphitschiefer selbst begleiten, und welche gewöhnlich unter dem Sammelnamen Gneiss vereinigt werden, finden sich einige Bildungen, welche man sicher nicht als Bestandtheile der Gneissformation ansehen darf, sondern die vielmehr charakteristische Massengesteine aus der Familie der Granite darstellen. Vor allem unterscheiden sich diese Gesteine durch ihren durchaus massigen Habitus und durch ihre vollständige Frische von den Gneissgesteinen, welche hier stets geschichtet sind und allenthalben, selbst noch in weiterer Entfernung von den graphitführenden Schiefen tiefgehende Zersetzung erkennen lassen, die ebenso wie im Passauer Gebiete auch in den tiefsten Teufen sich gleichbleibt. Die Gesteine treten nur lagerförmig auf und kommen in vollständiger Frische an die Graphitlinsen heran, ohne selbst in der Nähe des Contactes eine Spur Graphit aufzunehmen; bei Krumau finden sich hierher gehörige Gesteine auch innerhalb der Graphitlinsen selbst in lagerförmiger Ausbildung, beiderseits scharf gegen den Graphitschiefer abschneidend und niemals beeinflusst durch die chemisch-geologischen Prozesse, welche das ganze Gebirge weitgehenden Umwandlungen unterworfen haben.

Die bei Schwarzbach und die bei Krumau gesammelten Vorkommnisse derartiger Gesteine gehören den beiden entgegengesetzten Typen der Lamprophyre und der Aplite an; letztere sind verhältnissmässig einfache und normal ausgebildete, richtungslos körnige, graulichweisse, dichte Gesteine, oft von granulitartigem Habitus, durchzogen von Schwefelkiesharnischen; kleine, lichtgrünlichgraue, langgestreckte „Augen“ deuten eine Art Parallelstruktur an. Nicht ebenso ausgesprochen ist der Charakter der lamprophyrähnlichen Gesteine von Schwarzbach, welche in mancher Beziehung sich von dem Typus der Lamprophyre entfernen. Diese Gesteine haben eine schöne Porphyrstruktur, indem zahlreiche 2—3 mm

grosse, frische Feldspathkrystalle aus einer dunkelbraunen, sehr glimmerreichen Grundmasse heraustreten. Das Gestein hat ein ziemlich hohes specifisches Gewicht, und der ganze Habitus der Grundmasse ist der eines Lamprophyrs, in welchem die basischen Mineralien die Oberhand haben. Jedenfalls stellen diese Gesteine, wie auch die mikroskopische Untersuchung ergibt, einen eigenartigen Typus dar, welcher sich zwar mit dem normalen lamprophyrischen nicht deckt, demselben aber doch viel näher steht, als dem normalen granitporphyrischen.

Was die Zersetzungserscheinungen betrifft, so ist in dieser Beziehung grössere Analogie mit den Passauer Vorkommnissen vorhanden. An zahlreichen Stellen längs der Graphiteinlagerungen wurde z. B. auf Kaolin gegraben, und man findet allenthalben, dass die den Graphit begleitenden Gneisse weitgehend zersetzt und aufgelockert sind; auch Nontronit fehlt nicht, ebensowenig wie Opal und Chloropal, zumal in Schwarzbach, und auch das Vorkommen eines bataÿitähnlichen Minerals konnte hier constatirt werden, welches namentlich, ebenso wie bei Passau, in einem an Mangansuperoxydsilicat reichen Mulm auftritt, der auch in seiner sonstigen Zusammensetzung dem Mog nahe steht. Sehr interessant ist ferner, dass in den fürstlich Schwarzenberg'schen Werken in Schwarzbach hin und wieder Turmalin in grösseren Krystallen, sowie geringe Spuren von Uranglimmer in den graphitreichen Schichten gefunden wurden.

Die Art des Auftretens des Graphites selbst zeigt einige Unterschiede gegenüber von jener im bayerischen Gebiete, indem an Stelle der zahlreichen, rasch sich auskeilenden Linsen, welche sich zu Lagerzügen anreihen, eigentliche Lager getreten sind, die einestheils eine ziemliche Mächtigkeit erreichen können, anderntheils sowohl im Streichen als im Fallen lange aushalten. Doch schnüren sich auch diese Lager häufig zu ganz unbedeutender Mächtigkeit ein. Ein gewisser Unterschied ist in dieser Beziehung auch noch zwischen den Vorkommnissen von Schwarzbach und jenen von Krumau vorhanden, indem dort die einzelnen Lager immer noch aus Linsen zusammengesetzt sind, welche durch schmale Schnüre in Verbindung stehen, bei Krumau dagegen das Anhalten der Schichten in einer Entfernung von 300 m bei fast gleichbleibender Mächtigkeit von etwa 16 m constatirt ist.

Man beobachtet auf der ganzen Erstreckung des graphitführenden Streichens, welches den Bogen der Moldau zwischen Schwarzbach und Krumau quer in gekrümmter Linie durchsetzt, eine Reihe von derartigen Graphitlagern nebeneinander, welche allerdings, sowohl was die Mächtigkeit als was die Brauchbarkeit des nutzbaren Materials betrifft, weit differiren. So sind z. B. im fürstlich Schwarzenberg'schen Werke in Schwarzbach drei derartige Lager aufgeschlossen, von welchen das mittlere den sogenannten „fetten“ Graphit liefert, eine weiche, erdige Varietät von solcher Reinheit, dass sie als Naturwaare in den Handel kommt und zu den feinsten Bleistiften direkt verwendet werden kann, nachdem kleine concretionsartige Silicataggregate mit der Hand ausgelesen worden sind. Dieser Graphit hat eine feinschuppige Beschaffenheit und steht dem Graphit von Borrowdale am nächsten. Die beiden andern Lager dagegen liefern einen dichten, unreineren Graphitschiefer von ziemlicher Härte und mattem Bruch, welcher erst durch Schlämmprozesse raffinirt wird; nur selten beobachtet man auch in diesen Lagern Partien, in welchen der Graphit eine schuppige Beschaffenheit annimmt.

In Krumau ist der Graphit noch dichter; die graphitführenden Schiefer sind äusserst bruchige Gesteine von schaliger Zusammensetzung mit höchst glänzenden Harnischen und

selteneren Zwischenlagen von weniger schiefrig ausgebildeten Varietäten, welche meist graphitarm sind, und in denen schon der glitzernde Bruch die schuppige Beschaffenheit des Graphites andeutet. Die letzteren Gesteine sind besonders reich an Kies, welcher überhaupt in diesen böhmischen Vorkommnissen mit Ausnahme des fetten Graphits von Schwarzbach eine grosse Rolle spielt.

Die graphitarmen Silicatknauern, welche in den Passauer Graphitlinsen allenthalben gefunden wurden, wiederholen sich auch hier, nur haben sie hier viel bedeutendere Dimensionen und treten öfters als eigentliche Einlagerungen im Graphitschiefer auf. Erwähnen möchte ich noch, dass die Graphitlager im Hangenden häufig einen „eisernen Hut“ aufweisen, welcher durch die Verwitterung des dort in grosser Menge aufgehäuften Schwefelkieses entstanden ist.

Petrographische Beschaffenheit.

A. Die Gesteine des Passauer Graphitgebietes.

1. Die contactmetamorphischen Kalke.

Die zahlreichen Einlagerungen körniger Kalke, welche besonders gerne als Liegendes der Graphitlagerstätten auftreten, aber auch sonst eine weite Verbreitung besitzen, zeigen bei genauerer Untersuchung die charakteristische Beschaffenheit contactmetamorphischer Gesteine, welche vom reinen krystallinischen Kalk alle möglichen Uebergänge zum eigentlichen Silicathornfels aufweisen. Sie sind selten graulich, sondern fast stets rein weiss von marmorähnlichem Aussehen, wenn rein, ziemlich grobkörnig, wenn von zahlreichen accessorischen Mineralien durchsetzt, mehr feinkörnig und je nach dem Gehalt von diesen bruchig oder äusserst hart und zähe.

Als Statuenmarmor sind sie, wie normale, contactmetamorphische Kalke überhaupt, nicht verwendbar, einestheils wegen der Ungleichmässigkeit ihrer Zusammensetzung und Struktur, andertheils auch wegen der Eigenschaft, durch die Einwirkung der Atmosphärlilien zu Grus zu zerfallen, eine Eigenschaft, welche als besonderes Charakteristikum derartiger Kalke angesehen werden muss, und welche z. B. der Anlass gewesen ist, dass die mit grossen Mitteln begonnene Marmorindustrie im Monzonengebirge in Südtirol einen jähen Abschluss fand. Auch zur Kohlensäurefabrikation ist das Gestein nicht verwendbar, denn selbst sehr rein erscheinende Stücke geben beim Auflösen in Säure einen unangenehmen Geruch, welcher auf das Vorhandensein von flüchtigen Kohlenstoffverbindungen schliessen lässt. Welcher Art diese Verbindungen sind, und ob in ihnen ein ursprünglicher Gehalt der Gesteine an organischen Resten sich anzeigt, oder ob sie erst secundär in dieselben bei der Bildung der Graphitlagerstätten selbst hineingekommen sind, lässt sich nicht entscheiden, jedenfalls sind derartige Stoffe in diesen Kalken, ebenso wie in den später zu besprechenden des böhmischen Gebietes vorhanden, manchmal in solcher Menge, dass dieselben schon beim Anschlagen ähnlich dem Stinkkalk riechen.

Makroskopisch beobachtet man in diesen Gesteinen in äusserst unregelmässiger Vertheilung in Linsen und Putzen grössere Krystalle von violetterm und lichtgrünem Spinell,

von lichtbräunlichem Phlogopit, einzelne Nester von Pargasit, Flecken und Adern von Serpentin, Körner von Chondrodit, grössere Krystalle von Titanit, sodann Magnetkies und kleine, aber gut ausgebildete Krystalle von Graphit.

U. d. M. sieht man zunächst die Zwillingslamellierung des Calcites, welche stets in vorzüglicher Ausbildung vorhanden ist; die einzelnen Lamellen zeigen häufig Knickungen und Verbiegungen. Ferner findet man im Dünnschliff in den meisten Varietäten in grosser Menge einen vollständig farblosen Forsterit, welcher bei der makroskopischen Betrachtung neben dem weissen Kalkspath wenig hervortritt, der aber die Ursache der oft sehr bedeutenden Zähigkeit dieser Gesteine bildet und oft in solcher Menge vorhanden ist, dass eigentliche Forsteritfelse entstehen. Krystallform zeigt das Mineral nie, gewöhnlich sind es gerundete, etwas längliche Körner mit unvollkommener Spaltbarkeit, zu welcher die Ebene der optischen Axen senkrecht liegt, und die hin und wieder durch kleine Forsteritkörner unter einander verbunden ein zusammenhängendes Skelett aufbauen.

Der Forsterit ist einer der ältesten Gesteinsgemengtheile, da er sich in allen anderen Mineralien als Einschluss findet; eine typische Mikrostruktur besitzt er nicht. Häufig beobachtet man die beginnende Umwandlung in Chrysotilserpentin in der bekannten Art der Entstehung der Maschenstruktur, welche manchmal bis zur völligen Ersetzung der Forsteritsubstanz geht. Und derartige Gesteine waren es, welche seinerzeit als Eozoonkalk beschreiben wurden, und über deren organische Herkunft lange Zeit die Meinungen getheilt waren. Zumal in dem bekannten Steinbruch am Steinhag bei Oberzell unterhalb Passau, welcher an der südlichen Grenze des Graphitgebietes liegt, finden sich diese Gebilde in schöner Ausbildung.

Im Dünnschliff erkennt man hier die Pseudomorphosen nach Forsterit, welche gewöhnlich einen Kern von Calcit umschliessen, und die verbunden sind durch Adern von Chrysotil, in welchem merkwürdigerweise die Faserung parallel zum Salband ausgebildet ist. Ausserdem finden sich einzelne, aus verschieden stark doppelbrechenden Schichten aufgebaute Blättchen von optisch einaxigem, negativem Pennin mit lebhaftem Pleochroismus ($//c$ fast farblos $\perp c$ blaugrün), welcher oft mit bräunlichem Phlogopit mit kleinem Axenwinkel verwachsen ist.

In einzelnen Varietäten derartiger Gesteine beobachtet man, dass der Serpentin eigenthümlich schwärzlich bestäubt erscheint, und man findet in denselben hin und wieder etwas grössere Blättchen eines eigenthümlichen, serpentinäbnlichen Minerals, welches in den Kalken von Schwarzbach in grösserer Menge und besserer Ausbildung angetroffen wurde. Die Beschreibung desselben soll daher dort gegeben werden, hier will ich nur erwähnen, dass dasselbe die stärkste Absorption besitzt, welche überhaupt denkbar ist, indem selbst im dünnsten Schliff die parallel zur Spaltbarkeit schwingenden Strahlen vollständig absorbirt werden, das Mineral in dieser Stellung über dem Polarisator daher so undurchsichtig erscheint, wie der Graphit selbst, während es senkrecht dazu vollkommen farblos ist.

Hin und wieder sind diese Gesteine auch von breiteren Adern von Chrysotil durchzogen, welcher sich zu langen Fäden ausziehen und spinnen lässt; auch finden sich serpentinartige Lagen und Schmitzen, welche gerne durch besonders reichliche Anlagerung von Phlogopit und andern Silicaten gegen den Kalk abgegrenzt sind. U. d. M. sieht man in denselben eine zum Theil gitterartig, theils mehr parallel schuppig struirte, aggregatpolarisirende Masse mit sehr schwacher Doppelbrechung, durchzogen von parallelfasrigen

Adern mit etwas kräftigerer Doppelbrechung (Taf. II Fig. 6), daneben grössere, ausgebleichte Blättchen von Phlogopit. In den schwach doppelbrechenden Aggregaten liegt die Axe der grössten Elasticität parallel zur Spaltbarkeit, das Mineral ist vermuthlich Chlorit, welcher als Zersetzungsproduct des sogleich zu besprechenden Pyroxens angesehen werden muss, auf den Adern dagegen liegt die kleinste Elasticität parallel zur Faserrichtung, das Mineral ist Chrysotil, und diese Gebilde bestehen daher aus Pseudophit durchzogen von Chrysotiladern.

Dass der Pseudophit hier als Umwandlungsproduct eines Pyroxens aufgefasst werden muss, beweisen körnige Aggregate eines farblosen, diallagartigen Pyroxens, in welche der Pseudophit allmählich übergeht, und in welchen einzelne Körner beginnende Chloritbildung zeigen. Auch die Anordnung der Chloritschuppen in der Pseudomorphose lässt die ursprüngliche, sehr vollkommene Spaltbarkeit des Pyroxens nach $\{100\}$ deutlich erkennen. (Taf. II Fig. 5.)

Bei dieser Gelegenheit möchte ich betonen, dass gerade in den hier vorliegenden Gesteinen eine Unterscheidung von Pyroxen und Amphibol zu den schwierigen Aufgaben gehört, wenn man sich nicht mit dem einfachen Mittel der Messung des Winkels der Spaltrichtungen im Dünnschliff begnügen will, welche aber zufällig bei dem Schliff aus dem beschriebenen Gestein die Zugehörigkeit des Minerals zur Amphibolgruppe wahrscheinlich machen würde. Da der in denselben Gesteinen auftretende Amphibol ein Pargasit ist, der optisch-positiven Charakter und hin und wieder recht kleinen Axenwinkel besitzt, da ferner in den beliebigen Schnitten der Winkel der Spaltbarkeit der Hornblende sich 90° , derjenige des Pyroxens 120° nähern kann, musste nach einem sichereren Unterscheidungsmerkmal gesucht werden. Eine einfache Ueberlegung ergab, dass beim Amphibol in solchen Schnitten, in welchen bei symmetrischer Auslöschung der Spaltungswinkel 120° beträgt, eine positive Bisectrix etwa senkrecht austritt, und die Axenebene den stumpfen Winkel der Spaltrisse halbirt, während bei ebenso aussehendem Augitdurchschnitten gleichfalls die positive Bisectrix senkrecht steht, die Axenebene aber den spitzen Winkel der Spaltrisse halbirt. In allen Fällen lässt sich mit diesem Hilfsmittel eine absolut sichere Entscheidung treffen, ein Zweifel, ob Augit oder Hornblende ist dabei überhaupt nicht mehr möglich.

Neben dem Pyroxen pflegt ein Plagioklas der basischen Reihe, Labrador oder Labrador-Bytownit, in Körnern vorhanden zu sein, welcher hin und wieder zu Aggregaten schuppiger Substanzen zersetzt ist.

Die mikroskopische Untersuchung der schon dem blossen Auge deutlichen Gemengtheile liefert nicht viel Neues. Die Spinelle erscheinen im Dünnschliff farblos, sind optisch-isotrop und enthalten öfters // $\{111\}$ eingelagerte, feine, doppelbrechende Nadeln, sowie Körner von Forsterit, hin und wieder auch ein Geäder von opaken Substanzen. Die Krystallform ist meist wenig vollkommen in Folge der sackähnlichen Einbuchtungen, welche die Krystalle allenthalben aufweisen, und die auch schon makroskopisch hervortreten.

Der Phlogopit ist sehr licht gefärbt, enthält einzelne pleochroitische Höfe um Zirkonmikrolithen und ist oft verbogen und dann von den Knickungen aus in die Spaltrisse hinein zersetzt, unter gleichzeitiger massenhafter Ausscheidung von Titanit-Aggregaten.

Wenig gut ausgebildet ist der Chondrodit, welcher in grossen, lappigen Fetzen mit lebhaftem Pleochroismus ohne Zwillingslamellen auftritt.

Magnetkies und Blende zeigen nie Krystallform, während der Graphit nur selten als schwarzer Staub, meist in wohlausgebildeten Krystallen vorhanden ist. Hin und wieder fand sich auch Apatit in grösseren, gerundeten Körnern. Die spinellreichen Varietäten stammen in der Hauptsache aus den sogenannten Leitzersberger Gruben im Grubenfeld Hinterwiese, wo auch Phlogopit, Forsterit und Graphit am besten ausgebildet sind, wie überhaupt der Lagerzugscomplex, welcher von Pfaffenreuth nach Kropfmühle zieht, und dem obiges Grubenfeld angehört, die besten Beispiele dieser metamorphischen Kalke liefert. Bemerken möchte ich noch, dass ich den Passauit in den von mir gesammelten Kalken nirgends gefunden habe, dagegen konnte ich ihn in einigen älteren derartigen Stücken von „Untergriesbach“ in ziemlich grossen, frischen Krystallen beobachten.

Zu erwähnen bleibt nur noch das Vorkommen von Wollastonit und Granat, von welchen der erste in sehr dichter Ausbildung in einem röthlichen Putzen im Kalk von obengenanntem Grubenfelde aufgefunden wurde, der als Rosellan bezeichnet war, und sich ferner in radialstrahligen, perlmutterglänzenden Massen als Hauptbestandtheil eines Silikatgesteines zugleich mit Granat vorfand, welches den alten Beständen der königlich bayerischen Staatssammlung angehört und die Fundortsbezeichnung Pfaffenreuth trägt. Im ersteren ist das Mineral sehr schwer zu erkennen; langgestreckte, an den Enden schlecht ausgebildete, kleine Individuen mit häufiger Zwillingslamellirung sind zu radialen Aggregaten verbunden. Die Spaltbarkeit ist sehr vollkommen, die Lage der Axenebene quer zur Spaltbarkeit, optisch negativ mit Axenwinkel von $c. 70^\circ$, $\rho > v$. Die ziemlich hohe Lichtbrechung, die mittlere Doppelbrechung, sowie das specifische Gewicht, welches zu 2.95 bestimmt wurde, stimmen mit Wollastonit überein, der auch chemisch wahrscheinlich gemacht wurde, indem das Mineral von Salzsäure gelöst wurde und in der Lösung nach Abscheidung der SiO_2 nur Kalk in grösseren Mengen sich nachweisen liess.

In dem anderen Gestein, in welchem Calcit überhaupt nicht vorhanden ist, erscheint das Mineral deutlicher. Grosse Putzen von röthlichem Granat, welche in der weissen Masse stecken, erweisen sich als Haufwerke kleiner Dodekaeder, die oft ganz von Wollastonitnadeln durchwirkt sind. Daneben findet sich etwas Quarz als Ausfüllungsmasse, ein Mineral, welches in keinem der übrigen, Calcit enthaltenden Contactgesteine nachgewiesen werden konnte, dessen Gegenwart hier auch nur durch den hohen Kieselsäuregehalt erklärt werden kann, den das ursprüngliche Gestein, aus welchem dieser Silicatifels entstanden ist, gehabt haben muss, sodass nach Umbildung des Ganzen zu dem Metasilicate des Wollastonits sich noch ein Kieselsäureüberschuss ergab.

Die im Obigen geschilderte Beschaffenheit und der charakteristische mineralische Bestand lässt keinen Zweifel übrig, dass es sich bei diesen Kalkeinlagerungen thatsächlich um contactmetamorphische Bildungen handelt, deren heutige Zusammensetzung durch die Einwirkung des benachbarten Granitmassivs hervorgebracht wurde. Merkwürdig bleibt nur die höchst unregelmässige Art des Vorkommens der accessorischen Mineralien, welche, wie schon erwähnt, nicht in Schichten und Lagen, sondern meist in höchst unregelmässig geformten und gelappten Partien innerhalb des Kalkes angereichert sind.

2. Die syenitischen Gesteine.

Während die eben besprochenen contactmetamorphischen Gesteine als äusserst typische Vorkommnisse sich darstellen, ist diess mit den sogenannten Syeniten durchaus nicht der Fall. Abgesehen von dem Vorkommen von Skapolith in Nestern und in oft mehrere Zoll langen Krystallen ist der rasche Wechsel in Structur und Zusammensetzung, welchen diese Gesteine aufweisen, bei Syeniten durchaus keine gewöhnliche Erscheinung. Dazu kommt noch, dass die häufigen Zersetzungserscheinungen, die Umbildungen in Porzellanerde, in Nontronit etc., von welchen früher gesprochen wurde, das Bild noch mehr verwirren.

Im Allgemeinen tritt das basische Mineral sehr in den Hintergrund; in frischem Zustande sind die Gesteine mittel- bis grobkörnige, oft auch recht grosskörnige Aggregate von weissem Feldspath, in welchen zumal bei grosskörniger Ausbildung massenhaft dunkelbraune Titanite und vereinzelte, meist stark umgewandelte Krystalle eines Bisilicates sitzen; auch Graphit ist ein nicht seltener Gemengtheil dieser Gesteine, welcher theils in frischem, theils in zersetztem Feldspath sitzt. Häufig sind in denselben feinerkörnige, äusserst zähe Putzen und Flecken, meist in beginnender Zersetzung begriffen, in welchen ein Pyroxenmineral vorherrscht, sowie ähnliche Nester von Skapolith. Und ebenso wie diese Unregelmässigkeit der Zusammensetzung und der Bestand der normalen Gesteine den Charakter des pegmatitartigen an sich tragen, ebenso beobachtet man denselben in der Structur, welche häufig schon makroskopisch pegmatitartig erscheint. Doch möchte ich die Gesteine in ihrer Gesamtheit nicht als Pegmatite schlechtweg bezeichnen, denn ihre Ausbildung ist doch wieder im Allgemeinen zu wenig typisch.

Im frischen Zustande bestehen die normalen Gesteine aus Orthoklas, Mikroklin und hin und wieder auch Plagioklas, manchmal mit einer untergeordneten Ausfüllung oder rundlichen Partien von Mikropegmatit. Daneben war wohl ursprünglich allenthalben ein lichtgrüner Pyroxen vorhanden, welcher aber alle möglichen Stadien der Umwandlung in Uralit aufweist. Biotit ist selten und meist zu Chlorit zersetzt. Dagegen ist, wie schon bemerkt, der Titanit ein ständiger Gast und auch der Graphit häufig zu beobachten.

An den Mineralien beobachtet man die bald allotriomorphe, bald hypidiomorphe Structur, welche ebenso wechselnd ist, wie die Zusammensetzung der Gesteine selbst. Gewöhnlich herrschen unter den Feldspäthen Mikroklin und Kryptoperthit vor, der Orthoklas findet sich mehr in vereinzelt Körnern, welche dann mikropegmatitisch von Quarz durchwachsen sind, der sonst den Gesteinen fehlt. Der Plagioklas der normalen Gesteine scheint ein Oligoklas-Andesin zu sein, denn abgesehen von der im Allgemeinen geringen Auslöschungsschiefe wurde nach der Methode von Fouqué¹⁾ die Neigung der Axenebene zu den Zwillingslamellen auf Schnitt $\perp a = 77^\circ$, auf Schnitt $\perp c = 3^\circ$ bestimmt; der optische Charakter aber konnte nicht mit Sicherheit entschieden werden. In den grösseren Plagioklaskörnern finden sich kleinere Körner von Plagioklas in beliebiger Orientirung eingewachsen. Die Feldspäthe sind öfters zerbrochen und die Bruchstellen sind dann wieder von Feldspathaggregaten ausgeheilt; auch starke randliche Kataklassen kommen vor.

¹⁾ F. Fouqué, Contribution à l'étude des Feldspaths des roches volcaniques. Bull. soc. franç. Min. 1894. 17, 283. Im Auszug Zeitschr. f. Krystallogr. 26, 300.

Das basische Mineral ist, wie schon bemerkt, stets untergeordnet; es ist ein in frischem Zustande lichtgrüner, im Dünnschliff farbloser Augit mit einer grossen Anzahl sehr gut ausgebildeter Spaltungsrichtungen, der hin und wieder deutliche Krystallform, meist aber ganz unregelmässige Umgrenzung zeigt. An den Rändern beginnt öfters die Uralitisirung, der dann allmählich der ganze Pyroxen zum Opfer fällt. Einzelne dunkelbraune, doch meist ausgebleichte und chloritisirte Biotitfetzen legen sich gerne zu Flecken zusammen, auch trifft man öfters Blättchen eines sericitartigen, farblosen Glimmers.

Der Titanit bildet zahlreiche, grosse, stets wohlbegrenzte, schwach pleochroitische Krystalle, während Magnetkies ganz vereinzelt beobachtet wurde. Auch Graphit findet sich in einigen Varietäten in zahlreichen Blättchen als Einschluss im Feldspath. Der Skapolith erscheint selten in mikroskopischen Individuen; die grossen Krystalle, welche schon makroskopisch hervortreten, zeigen u. d. M. häufig skelettförmigen Aufbau und scheinen aus lauter Stäbchen zusammengesetzt, zwischen welchen körnige Feldspathmasse eingeklemmt ist.

Von Interesse sind ferner die Putzen, welche sich durch ihre Zähigkeit und meist feinkörnige Beschaffenheit von den bruchigen, grosskörnigen Gesteinen stark abheben. Dieselben sind in frischem Zustande farblos, zeigen aber meist eine auf beginnende Zersetzung hinweisende, gelbliche bis bräunliche Farbe; manchmal sind sie auch zu Nontronit geworden.

Ihre Umrisse sind gewöhnlich eckig, ihre Grenze gegen den Syenit scharf. U. d. M. beobachtet man farblosen Augit und Plagioklas, in welchem letzterem auf Schnitt $\perp c$ die Neigung der Axenebene zur Spaltung = 34° gemessen wurde, der also einem basischen Glied der Plagioklasreihe, etwa einem Labrador-Bytownit angehört. Die Mineralien sind sehr ungleichmässig vertheilt, die vorherrschenden Partien bestehen aus körnigem Augit, die übrigen aus körnigem Plagioklas. Beide zeigen gewöhnlich Zersetzungserscheinungen; der erstere weist gegen Klüfte zu beginnende Uralitisirung auf, aus letzterem bilden sich schuppige, farblose Aggregate. Kataklassen wurden in diesen Putzen nicht beobachtet.

Diese Lagersyenite stellen somit einen eigenartigen Typus der Augitsyenite dar, der sich stark dem pegmatitischen nähert, ohne indess eigentlich pegmatitisch zu sein; jedenfalls aber beweist ihre ganze Beschaffenheit, dass man sie nicht als Hornblendegneisse ansehen darf, wie Lacroix¹⁾ wegen des Gehaltes von Skapolith vermuthet. Ob die eckigen Putzen als losgerissene Brocken des Nebengesteins gelten können, oder ob es endogene Ausscheidungen sind, dürfte schwierig zu entscheiden sein.

3. Die granitischen Gesteine.

In diese Reihe gehören die Lager und Gänge von Granit und Aplit, welche die Graphitlinsen begleiten und durchschneiden. Seltener sind erstere, sie liegen mir nur von Oberötzdorf und Diendorf vor, während die letzteren auch an zahlreichen anderen Orten, so bei Scheibing, Pelzöd, im Grubenfeld Winkelacker bei Pfaffenreuth etc. aufgefunden wurden.

¹⁾ A. Lacroix, Contributions à l'étude des gneiss à pyroxene etc. Bull. soc. franç. Min. 1889. 12, 162.

Die Granite sind mittel- bis grobkörnig, etwas verwittert, mit weissem Feldspath und grösseren Biotitblättchen. U. d. M. beobachtet man stark kataklastischen Quarz, Orthoklas, Mikroklin, Kryptoperthit und Oligoklas-Andesin. Die Feldspäthe umschliessen in dem Vorkommen von Diendorf zahlreiche, kleine, rundliche Quarzkörner, welche verschiedene Orientirung haben. In demselben Gestein, welches auch sonst ziemlich reich an Titanit ist, wurde ferner die Beobachtung gemacht, dass lange Fetzen dieses Minerals im Plagioklas liegen, wo sie wie die Ausfüllung von kleinen Spalten erscheinen.

Der Biotit ist stark zerknittert und von den Torsionsrissen aus in die Spaltrisse hinein unter Ausscheidung von Rutil und Titanit zersetzt, auch randlich erscheint er in dem Vorkommen von Oberötzdorf zersetzt und hat auch da zur Ausscheidung von Titanit Anlass gegeben. (Taf. II, Fig. 4). Bemerkenswerth ist, dass um Körner dieses secundären Titanits in dem secundär gebildeten Chlorit deutliche, pleochroitische Höfe entstanden sind, welche in den frischen Partien des Biotits nicht beobachtet werden konnten.

Diese secundäre Entstehung pleochroitischer Höfe wäre in hohem Maasse merkwürdig, wenn die Erscheinung wirklich durch organische Substanz hervorgerufen würde; sie ist auch immerhin interessant genug, wenn man, wie ich kürzlich auseinandersetzte¹⁾, dilute Färbung durch anorganische, hier speciell titanhaltige Beimengungen annimmt. Denn dass der Chlorit hier secundär aus dem Glimmer hervorgegangen ist und nicht wie in den früher von mir beschriebenen Centralgraniten des Gross-Venediger-Massivs als primäre Bildung angesehen werden darf, das zeigt aufs klarste eine Vergleichung der beiden Vorkommnisse im Dünnschliff. In den alpinen Gesteinen erscheint der ganze Schliff frisch, nirgends lässt der Glimmer auch nur eine Andeutung von Verwitterung erkennen, und ebenso fehlen alle als secundär anzusehenden Nebenausscheidungen völlig, in durchaus gleichmässiger Weise ist der frische Biotit mit einheitlichem Chlorit verwachsen. Hier dagegen, namentlich in dem Gestein von Diendorf, überall die Anzeichen beginnender Umwandlung: der Glimmer matt und oft getrübt und von quer gegen die Spaltbarkeit verlaufenden Rissen aus, welche wohl Gleitflächen entsprechen, und auf welchen sich massenhaft Titansäuremineralien ablagern, die beginnende Ausbleichung und Chloritisirung, welche nur selten einheitliche, grössere Blättchen, meist mehr oder weniger unregelmässige Aggregate hervorbringt, in welchen dann die pleochroitischen Höfe auftreten. Im Uebrigen werde ich Gelegenheit haben, weiter unten noch mehrfach ganz analoge Erscheinungen zu erwähnen.

Die Doppelbrechung der pleochroitischen Höfe in diesem Chlorit ist positiv wie die des Chlorites selbst, hat aber mehr als die doppelte Stärke von dieser. Von accessorischen Mineralien sind Titanit in einzelnen Körnern, feine Nadelbüschel von Rutil, sowie Zirkon und Apatit verbreitet; der Graphit fehlt vollständig.

Auch die Aplite sind ziemlich normale Gesteine von fein- bis mittelkörniger Structur, meist etwas rostig angelaufen. Zum Theil bestehen sie nur aus Quarz und Feldspäthen, zum Theil ist in einzelnen kleinen Fetzen ein basisches Mineral beigemischt. U. d. M. zeigen sich starke Kataklasten; Quarz, Orthoklas oft randlich von runden, mikropegmatitischen Flecken umgeben, sowie etwas Oligoklas oder Oligoklas-Andesin bilden die Hauptmasse des Gesteins, dessen ursprüngliche Structur nicht recht deutlich ist. Der

¹⁾ E. Weinschenk, Vergleichende Studien über die dilute Färbung der Mineralien. Zeitschr. anorg. Chem. 1896. 12, 375.

Orthoklas umschliesst in einem Gestein von Oberötzdorf massenhaft gesetzmässig orientirte Einschlüsse von Sericitblättchen; hin und wieder sind auch kleine Blättchen eines farblosen Glimmers selbständig im Gesteinsgemenge zerstreut.

In den Apliten von Diendorf beobachtet man makroskopisch kleine, schwärzlichgrüne Flecken, welche u. d. M. sich als Hornblende zu erkennen geben, die in ganz unregelmässigen kleinen Fetzen eingestreut ist und in einem Fall riebeckitähnliche Absorptionsfarben zeigt. Dieselbe umschliesst kleine Körner von Titanit, um welche braune, pleochroitische Höfe vorhanden sind. Auch sonst ist Titanit von lichtrosenrother Farbe und kräftigem Pleochroismus massenhaft vorhanden, ferner viel Apatit, wenig Zirkon, einzelne Biotitfetzen, die in Chlorit umgewandelt sind und endlich kleine Täfelchen von Eisenglanz, welche gewöhnlich etwas rostig erscheinen. Graphit fehlt auch hier.

Für die Altersbestimmung dieser Gesteine ist neben der Ausbildung der Kataklaststruktur das Vorhandensein von infiltrirtem Pyrit in einzelnen Varietäten bezeichnend, wo derselbe die Conturen der einzelnen Bestandtheile in ganz feinen Linien hervorhebt. (Taf. II, Fig. 2.) Diese Erscheinung tritt im Zusammenhang mit der Kiesimprägation des Graphitlagers selbst auf und dürfte wohl auf die gleiche Ursache zurückzuführen sein. Daher möchte ich, obgleich ich das gegenseitige Altersverhältniss dieser Granite zu den Plagioklasgesteinen nicht direkt beobachtet habe, die ersteren für die älteren erklären, zumal in den letzteren häufig jedes Anzeichen einer dynamischen Veränderung fehlt.

4. Die massigen Plagioklasgesteine.

Vom petrographischen Standpunkt aus sind die Massengesteine, in welchen der Plagioklas der hauptsächlichste Feldspathbestandtheil ist, weitaus die interessantesten Vorkommnisse aus dem ganzen Gebiete.

Man unterscheidet in der Hauptsache zwei Typen:

- a) lichtgraulichgrüne Hornblendeporphyrite vom Typus der Vintlite und
- b) dunkelschwärzlichgraue bis schwärzlichgrüne, körnige Gesteine, welche ich als Bojite bezeichne. Erstere wurden sowohl gang- als lagerförmig, letztere nur lagerförmig im Graphitdistrikt beobachtet, und von diesen sind auch eine Anzahl mächtiger, stockförmiger Vorkommnisse an der Peripherie des in Betracht kommenden Gebietes, so bei Kelberg, sodann südlich von Staffelberg bei Hauzenberg und am grossen Rathberg zwischen Breitenberg und Wegscheid vorhanden. Sie scheinen aber auch sonst in weiter Verbreitung im Bayerischen Wald aufzutreten, und ich glaube, dass z. B. der sogenannte „Anthophyllitschiefer“ vom Kronberg bei Bodenmais, dessen Amphibol dieselben Eigenschaften hat, wie der in den hier in Betracht kommenden Gesteinen, einen lamprophyrischen Typus derselben darstellt.

In den reinsten Formen bestehen die Bojite aus einem körnigen Aggregat von Hornblende und Plagioklas, wesshalb sie Gümbel nach der älteren Nomenclatur mit Recht als Diorite bezeichnet. Die genauere Beschreibung dieser Gesteine wird zeigen, dass sie nach der modernen petrographischen Systematik bei dem Gabbro einzureihen sind, von welchem sie in ungewöhnlicher Reinheit den Typus des Hornblendegabbro darstellen, welcher aber durch die Eigenart seiner chemischen Zusammensetzung wie seines mineralischen

Bestandes vom normalen Typus des Gabbro abweicht und daher ebenso, wie der Typus der Norite, verdient mit einem unterscheidenden Namen bezeichnet zu werden. Auch die Vintlite haben eine weitere Verbreitung im Bayerischen Walde, indem wohl alle von Gumbel als Nadeldiorite bezeichneten Vorkommnisse, welche sich an vielen Stellen in meist wenig mächtigen Gängen finden, hieher zu rechnen sind.

a) Die Vintlite.

Gumbel bezeichnet in seiner „geognostischen Beschreibung des ostbayerischen Grenzgebirges“ eine Reihe von gangförmigen Gesteinen als Nadeldiorite, wegen des Hervortretens von makroskopischen Hornblendenadeln aus einer dichten, graulichgrünen Grundmasse und der dioritähnlichen Zusammensetzung dieser Gesteine und betont später, dass dieselben grosse Aehnlichkeit mit den Suldeniten und Ortleriten John's besitzen.

Thatsächlich ist zwischen diesen Gesteintypen manche Analogie vorhanden, aber doch findet sich des Unterscheidenden so viel, dass eine direkte Identificirung derselben bei eingehendem Studium der bayerischen Gesteine nicht thunlich ist. Dagegen ist die Uebereinstimmung dieser Gesteine mit der Beschreibung, welche Rosenbusch¹⁾ von dem Vintlit Pichler's von Vintl gibt, eine so vollkommene, dass letztere ohne Aenderung direkt auf jene übertragen werden kann.

Wie schon bemerkt, finden sich diese Porphyrite sowohl als Lager wie in Gängen in Begleitung der Graphitlinsen und zwar vor allem in dem Pfaffenreuth-Kropfmühler Lagercomplex. Die Gänge zeigen öfters kugelige Absonderung, wobei die Randzone der Kugeln ausgebleicht ist, und die Zwischenräume durch einen gelblichen Letten ausgefüllt sind, welcher ziemlich reich an Sulfaten ist, die aus der Zersetzung des in ziemlicher Menge vorhandenen Pyrites herrühren. Die kugelige Absonderung findet in der Struktur der Gesteine keinen Ausdruck.

Gegen den Contact mit den Graphitlinsen zu werden diese Porphyrite dicht und erscheinen mehr oder weniger verwittert; sie verästeln sich in mikroskopischen Aederchen auf das mannigfachste in dem graphitführenden Gestein, während andererseits wieder Adern mit Zersetzungsproducten, Nontronit etc. in das Massengestein eindringen.

In normalem Zustand sind die Gesteine von lichtgraulichgrüner Farbe mit zahlreichen langen, schwarzen Hornblendenadeln und vereinzelt Feldspatheinsprenglingen. Sie sind sehr zäh und haben einen dichten, splittrigen Bruch, auf welchem häufig glänzende Flitter von Kies hervortreten.

U. d. M. unterscheidet man ausser den zahlreichen Einsprenglingen eine feinkrystalline Grundmasse, in welcher neben kurzleistenförmigen Plagioklas-Krystallen mit geringer Auslöschungsschiefe etwa ebenso zahlreiche, etwas gedrungene Feldspathindividuen vorhanden sind, welche keine Zwillingslamellirung aufweisen; ob diese letzteren als Orthoklas gedeutet werden dürfen, konnte optisch nicht sicher nachgewiesen werden. Im Hinblick auf die später bei den Bojiten zu besprechenden Verhältnisse erscheint es nicht ohne Weiteres erlaubt, die nicht lamellirten Durchschnitte mit dem Orthoklas zu identificiren, indessen wird eine derartige Annahme durch die von Gumbel angeführte Analyse eines ähnlichen

¹⁾ Rosenbusch, Massige Gesteine. 3. Aufl. 1896. 448.

Gesteins doch recht wahrscheinlich gemacht. Ausser den Feldspathgemengtheilen sind in der Grundmasse zahlreiche, meist sehr kleine, aber lange Hornblendenädelchen von violettgrauer Farbe vorhanden, welche hin und wieder durch Chlorit ersetzt sind; sodann beobachtet man etwas Mikropegmatit und geringe Mengen von Quarz als Ausfüllungsmasse.

Ebenso wie die Grundmasse ist auch die Beschaffenheit der Einsprenglinge die gleiche wie bei den Vintliten, die seltenen Plagioklase sind meist zu glimmerartigen Substanzen zersetzt, während die Hornblendenadeln häufig ganz frisch sind. Letzteres Mineral zeigt öfters lückenförmiges Wachsthum, sowie eigentliche Skelettbildung und ist oft zersplittert und abgebrochen. Die langnadeligen Krystalle haben manchmal einen mehr bräunlichgelben, nicht scharf abgegrenzten Kern und eine mehr ins Grauviolette gehende Hülle; zahlreiche Zwillingslamellen sind besonders charakteristisch. Eine eigenthümlich tiefblaue, glaukophan-ähnliche Hornblende bildet sich gerne secundär aus diesen Einsprenglingen, zumal da, wo die Zerklüftung des Gesteines durch die Krystalle hindurchgeht. Bei der Verwitterung werden die Hornblendeinsprenglinge von ganz unregelmässigen Chloritadern durchzogen, auf welchen sich Titanit absetzt, und welche allmählich die noch frischen, eckigen Reste der Hornblende aufzehren. Die Hornblende hat nur schwache Absorption $c > b = a$; der secundär aus ihr gebildete Chlorit ist durch eigenthümliche, tiefdunkelblaue Interferenzfarben ausgezeichnet.

Ausser den schon besprochenen Umwandlungsproducten finden sich in weitester Verbreitung Calcit und Epidot, sowie Titanit in kleinen Körnchen in der Grundmasse. Von accessorischen Mineralien wurde neben ganz vereinzelt Apatit noch Pyrit und Magnetit beobachtet. Graphit fehlt auch hier völlig mit Ausnahme der Contactzonen gegen den Graphitschiefer, wo neben grösseren Bruchstücken des Schiefers auch einzelne kleine Graphitschuppen aufgenommen werden. Ein Einschluss eines grösseren Quarzkorns ist stark corrodirt, er enthält runde Putzen von Chlorit und ist von einem an Chlorit und Epidot reichen Rand umgeben.

Der normale dioritporphyritische Charakter dieser Gesteine erscheint nach den zweifelhaften Resultaten der Feldspathbestimmung in der Grundmasse nicht hinlänglich gesichert, vielmehr erinnert die Zusammensetzung eher an monzonitähnliche Typen. Dies wird auch wahrscheinlich gemacht durch eine Analyse, welche Gumbel (l. c. p. 349) von dem ganz ähnlichen Nadeldiorit vom Kaasberg aus der Neuen Welt bei Wegscheid gibt, und aus welcher folgt, dass einestheils eine ziemliche Menge Orthoklas in dem Gestein vorhanden ist, dass andernteils der Plagioklas, worauf auch schon die mikroskopische Untersuchung hinweist, sehr sauer, etwa ein Oligoklas ist, und dass ferner die Hornblende einen ungewöhnlich niederen Gehalt an Magnesia besitzt.

Diese Gesteine nähern sich somit dem monzonitischen Typus, indem neben sauerem Plagioklas Orthoklas in erheblicherer Menge an der Zusammensetzung dieser Gesteine theilnimmt, dessen Quantität in einzelnen Vorkommnissen vermuthlich sogar die Höhe derjenigen des Plagioklases erreicht, wie dies die mikroskopische Untersuchung der Vintlite von Vintl sowohl, wie einiger Varietäten aus dem Passauer Graphitgebiet wahrscheinlich macht.

An die eigentlichen Vintlite schliesst sich noch ein Gestein an, welches auf einer Verwerfungsspalte im Bergwerk Kropfmühl, gleichfalls als „Kugeldiorit“ ausgebildet, auftritt. Dasselbe hat makroskopisch das Aussehen eines mittelkörnigen Diorites, ist äusserst hart und zäh, und die bis in die Randzone frischen Kugeln liegen ebenso wie die des

eigentlichen Vintlites in einem braunen, zersetzten Letten; auch hier ist kein Zusammenhang zwischen der Structur des Gesteines und seiner kugelförmigen Absonderung zu erkennen.

Die mikroskopische Untersuchung ergibt eine grosse Uebereinstimmung desselben mit dem Vintlit, nur dass der Unterschied zwischen Einsprenglingen und Grundmasse verloren gegangen ist, und das Gestein daher eine rein körnige, panidiomorphe Structur besitzt. Die Hornblende, ebenso wie in jenen Gesteinen stets wohl krystallisirt und von zahlreichen Zwillingslamellen durchzogen, zeigt etwas lichtere Farben und dieselbe Art der Umwandlung. Die wohlbegrenzten, kurzleistenförmigen Plagioklase sind grösser als dort und mehr zersetzt, haben aber gleichfalls geringe Auslöschungsschiefe; zahlreiche, nicht lamellirte, mehr isometrische Krystalle, welche auf Orthoklas deuten, sind daneben vorhanden und als Ausfüllung findet sich etwas Mikropegmatit und Quarz. Die verschiedenen Zersetzungsproducte, welche oben angeführt wurden, trifft man auch hier, sodass im ganzen Gesteinscharakter eine grosse Annäherung an die Vintlite constatirt werden muss, mit einziger Ausnahme der Structur, in welcher, wie schon bemerkt, keine Spur einer porphyrischen Ausbildung vorhanden ist.

b) Die Bojite.

Als lagerförmige Begleiter der Graphitlinsen sowohl in dem Lagercomplex bei Pfaffenreuth als in dem bei Oberöztzdorf findet man schwärzlichbraune bis schwärzlichgrüne Gesteine von mittlerem Korn und hohem spezifischem Gewicht, welche schon makroskopisch grosse Aehnlichkeit mit den Gesteinen des massigen Stockes westlich von Hauzenberg haben. Die Gesteine sind ausserordentlich hart und zäh, besitzen aber oft eine versteckte, plattige Absonderung, welche es gestattet, aus den gerundeten Klumpen, die sich bei der Verwitterung aus dem Gestein herauslösen, gute, frische Handstücke zu gewinnen; bei weiterer Verwitterung tritt dieselbe als eine Art Schieferung zu Tage. Der basische Charakter, welchen diese Gesteine der makroskopischen Betrachtung darbieten, wird durch die mikroskopische Untersuchung bestätigt.

Im Dünnschliff beobachtet man eine bedeutende Menge einer nicht stark absorbirenden, braunen Hornblende, welche die gleichen Eigenschaften besitzt, wie das von mir bei früherer Gelegenheit untersuchte, ehemals fälschlich als „Anthophyllit“ bezeichnete Mineral von Bodenmais. Neben derselben findet sich fast immer ein farbloser, diallagartiger Pyroxen, sowie ein Biotit, welcher die eigenthümliche, rothbraune Färbung besitzt, die den sogenannten Rubellan auszeichnet. Etwa in gleicher Menge wie die Summe dieser basischen Bestandtheile ist Feldspath vorhanden, welcher ebenso wie die ersteren keine Spur von eigener Umgrenzung aufweist; die Structur der Gesteine ist daher die für den Gabbro charakteristische allotriomorphe. Besonders betonen möchte ich, dass einige dieser Gesteine geradezu ideal frisch sind und auch keinerlei Spur irgend einer dynamischen Beeinflussung erkennen lassen.

Die Hornblende wie die Feldspäthe erscheinen häufig wie durchlöchert von kleinen gerundeten oder auch krystallographisch begrenzten Quarzkörnern, welcher in dieser Form allenthalben vorhanden ist, während er sonst als selbständiger Gesteinsgemengtheil nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden konnte.

Ein grosser Theil der Feldspäthe entbehrt jeder Andeutung einer Zwillingslamellirung, und es erschien daher wahrscheinlich, dass der Orthoklas sich in bedeutender Menge an der Zusammensetzung des Gesteines betheilige, was bei dem basischen Charakter des Gesteines auffallend erschien, obwohl in der Litteratur gerade bei ähnlichen Gesteinen äusserst häufig ein Gehalt an Orthoklas erwähnt wird.

Dazu kam, dass die Analyse, welche Gumbel von einem ähnlichen Gesteine westlich von Hauzenberg gibt, keine Spur von Kalium aufweist. Die gründliche Durchmusterung der nicht zwillingslamellirten Durchschnitte im convergenten polarisirten Licht ergab nun auch, dass dieselben sämtlich einem optisch positiven Mineral mit einem scheinbaren Axenwinkel von über 130° angehören, also sicher nicht Orthoklas sind. In einem besonders gut orientirten Durchschnitt senkrecht zur ersten Bisectrix konnte die Neigung der Axenebene zu einem System der Spaltrisse zu 33° gemessen werden, wodurch sich unzweifelhaft ergibt, dass auch der nicht lamellirte Feldspath ein basischer Plagioklas und zwar ein Labrador-Bytownit ist, welchem Gliede auch die zwillingslamellirten angehören, wie sowohl an Schnitten $\perp a$ als an solchen $\perp c$ constatirt wurde.

Nach diesen Resultaten erscheint es nicht unangebracht, auch andere Gesteine von ähnlicher Zusammensetzung, in welchen Orthoklas als charakteristisches Mineral aufgeführt wird, nach der Methode von Fouqué genauer zu untersuchen; in vielen Fällen wird die Zugehörigkeit der ungestreiften Feldspäthe zu den Plagioklasen nachweisbar sein.

Von der Hornblende ist mit Ausnahme der Erscheinung pleochroitischer Höfe um Titaniteinschlüsse nichts Besonderes zu erwähnen.

Der farblose Pyroxen hat die charakteristische Absonderung des Diallags nach $\{100\}$, aber keine Zwillingslamellen; hin und wieder findet man die parallelen Einschlüsse dunkler, stäbchenförmiger Mikrolithe, sowie gerundete Zirkonkörner. Eine randliche Ausfaserung verbunden mit einem partiellen Uebergang in ganz lichtgrüne Hornblende ist in manchen Gesteinen zu beobachten.

Der Glimmer, stets ein untergeordneter Gemengtheil, ist hin und wieder unter Ausscheidung von Magnetit- und Titanitstreifen zu Chlorit geworden.

Von accessorischen Mineralien findet sich ungewöhnlich viel Zirkon, ferner Titanit in lichtbraunen Individuen, Apatit zum Theil in ziemlich grossen Krystallen, sodann Pyrit und endlich ein opakes, schwarzes Erz. Graphit fehlt vollständig.

In dem allgemeinen Charakter stimmen mit diesen Gesteinen die Vorkommnisse westlich von Hauzenberg überein, welche von Gumbel untersucht wurden. Aber während unter den betreffenden Gesteinen aus den Graphitlagerstätten fast pyroxenfreie Varietäten vorhanden sind, ist in jenen beinahe stets die Menge des Pyroxens gleich derjenigen der Hornblende. In einzelnen Stücken von dort hat der Pyroxen eine vollständige Umwandlung in Uralit erlitten, und auch die Individuen der Hornblende, welche dann nicht mehr rein braun, sondern braungrün sind, zeigen eine randliche Ausfaserung. In andern wieder ist der Pyroxen ausschliesslich ein Hypersthen mit prächtigem Pleochroismus von rothen zu grünen Tönen, so dass sich also hier alle möglichen Uebergänge in normale Gabbrogesteine und Norite entwickeln.

Die chemische Analyse, welche Gumbel (l. c. p. 344) von dem Gestein von Hauzenberg gibt, lässt die Eigenart der Zusammensetzung dieser Gabbrogesteine noch auffälliger erscheinen; und es ergibt sich hieraus in vollständiger Uebereinstimmung mit den Resultaten

der mikroskopischen Untersuchung, dass der Plagioklas der alkaliarmen Reihe angehört, und dass Orthoklas vollständig fehlt. Ich möchte daher als Bojit einen Typus abtrennen, welcher zu dem Gabbro in ähnlichem Verhältniss steht, wie der Norit, nur dass an Stelle des rhombischen Pyroxens eine Hornblende getreten ist, welche in unverändertem Zustande eine braune Farbe besitzt. Das Mengenverhältniss der basischen Gemengtheile zu dem stets alkaliarmen Plagioklas ist dasjenige der Gabbrogesteine und das Gleiche gilt für die Structur.

Merkwürdig erscheint dabei noch, dass ein Gestein, welches in seinen übrigen Gemengtheilen einen so basischen Charakter besitzt, zur Ausscheidung von Quarz in den ältesten Epochen der Gesteinsverfestigung führen konnte. Denn dass die zahlreichen Quarzkörner, welche die übrigen Gemengtheile dieser Gesteine umschliessen, aus dem Magma selbst auskrystallisirt sind, erscheint nach allen Beobachtungen unzweifelhaft, sie tragen nicht das geringste Anzeichen eines fremden Bestandtheiles an sich.

Zu erwähnen bleibt noch ein in einem derartigen Gestein aufgefundener, lichtgefärbter, mittelkörniger Einschluss, welcher von den sogenannten Leitersberger Gruben auf der Hinterwiese stammt.

Derselbe erwies sich u. d. M. als ein eigentlicher Monzonit, bestehend aus einem allotriomorphkörnigen Gemenge von vorherrschendem Feldspath mit Augit und Nestern von Biotit. Der Feldspath ist etwa zu gleichen Theilen Orthoklas und Oligoklas-Andesin, zu welchen etwas Mikroklin hinzukommt.

Der Augit hat die bezeichnende Absonderung nach {100}, sowie eine ebenso vollkommene nach {010}; nicht selten ist er von zahlreichen Biotitfetzen durchwachsen.

Der Biotit, bei welchem sich besonders gerne Pyrit, Magnetit und Titanit häufen, zeigt, wo er an letzteres Mineral angrenzt, einseitige, pleochroitische Höfe, welche etwa $\frac{2}{3}$ der Doppelbrechung des normalen Minerals und etwas stärkere Lichtbrechung besitzen. Der Titanit findet sich oft in grossen Stücken und ist lebhaft pleochroitisch von tiefrosenroth zu gelb. Ob in diesem Gestein ein losgerissenes Bruchstück eines den oben geschilderten Vintliten entsprechenden Tiefengesteins vorliegt, ist natürlich nicht sicher zu entscheiden; doch hat diese Ansicht immerhin einiges für sich.

5. Die granulitartigen Gesteine.

Nur zwei Vorkommnisse habe ich in der Umgebung der Graphitlagerstätten aufgefunden, welche makroskopisch wenigstens Aehnlichkeit mit Granuliten haben. Beide erscheinen frisch, dicht und von fettglänzendem, splittrigem Bruch, ihre Farbe ist graulichgelb bis graulichgrün, jede Andeutung einer Parallelstructur fehlt; zahlreiche Körner von Magnetkies treten in beiden hervor. Das eine von diesen, welches die Graphitlinsen bei Schörgendorf begleitet, hat auch bei mikroskopischer Betrachtung einige Aehnlichkeit mit Granulit, wenn es auch nicht gerade typisch ist. In einer dichten Quarzfeldspathgrundmasse, in welcher grosse Mengen glimmerartiger Zersetzungsproducte eingestreut sind, liegen unregelmässig vertheilt eine grössere Anzahl von Augitkörnern von diallagartigem Aussehen und vereinzelte, stark umgewandelte Krystalle von Plagioklas. Das Gestein ist ganz ungewöhnlich reich an Titanit, welcher theils in grösseren, lebhaft rothen, pleochroitischen Körnern, theils in kleinen, lichtröthlichen, eiförmigen Gebilden das ganze Gestein erfüllt. Bei der grossen Menge des Titanits lässt sich nicht entscheiden, ob daneben auch Zirkon vorkommt.

Weit abweichend ist die mikroskopische Beschaffenheit eines makroskopisch ähnlichen Gesteines von Oberötzdorf. Schon die viel bedeutendere Korngrösse fällt bei der Betrachtung im Dünnschliff auf. Man beobachtet als Hauptbestandtheile Quarz, Orthoklas und Plagioklas, ersteren stark kataklastisch und meist in länglichen Lagen zwischen den beiden andern, ganz frischen Gemengtheilen. Daneben findet sich wiederum Augit, welcher öfters in Uralit umgewandelt ist, wobei man dann abermals die secundär bei der Uralitbildung entstandenen pleochroitischen Höfe um Zirkonmikrolithen findet, die dem frischen Augit, wie gewöhnlich, fehlen. Ferner ist etwas Biotit vorhanden, welcher theilweise chloritisirt ist. Auch Titanit ist nicht selten, wenn er auch lange nicht in der Massenhaftigkeit auftritt, wie in dem andern Gestein; daneben ist Zirkon häufig und zahlreiche Körner von isotropem Granat sind zu Flecken zusammengehäuft.

Das erstere Gestein, welches allenthalben die beginnende Zersetzung erkennen lässt, enthält einzelne Blättchen von Graphit, der dem letzteren vollkommen fehlt, ebenso wie die charakteristischen Umwandlungen. Ich bin daher sehr im Zweifel, in welche Gruppe dieses vereinzelte Vorkommniss gehört, zumal ich auch über die Art seines Auftretens nichts Bestimmtes eruiren konnte.

Ich möchte nur bemerken, dass ich bis auf den Quarz und Granat ganz ähnlich zusammengesetzte und ähnlich struirte Gesteine als Grenzfacies des Monzonits am Aufstiege vom Monzonithal nach Le Selle beobachtet habe; der Mangel an Zersetzungserscheinungen wie an Graphit, welche sonst allenthalben in den die Graphitlagerstätten begleitenden Schiefergesteinen beobachtet wurden, macht die Zugehörigkeit dieses Vorkommnisses zu einem jüngeren Massengestein nicht unwahrscheinlich.

6. Die Gneisse und Glimmerschiefer.

Die eigentlichen Träger der Graphitlagerstätten sind die Gneisse und Glimmerschiefer, in besonderem Maasse die ersteren, da sie die weitaus vorherrschenden Gesteine des Gebietes darstellen, während Einlagerungen von Glimmerschiefer verhältnissmässig selten sind. Doch finden sich in den Gruben bei Oberötzdorf auch echte graphitreiche Glimmerschiefer. In der nächsten Umgebung der Graphitlinsen sind diese Gesteine zumeist sehr weitgehend verändert, und der gewöhnliche Zustand, in welchem sie aus den Gruben zu Tage gefördert werden, ist der eines sandigen Lettens, in welchem hin und wieder Lagen von reinem Kaolin, von Nontronit, sowie mehr linsenförmige Parteen von Mog vorhanden sind. Dann weist nur die erhaltene Schichtung auf das ursprüngliche Gestein hin, während seine Hauptmasse aus den verschiedenartigsten Zersetzungsproducten besteht, deren Herkunft man in dem zerfallenen Gemenge nicht mehr feststellen kann.

In normalem Zustande wurde der Cordieritgneiss, in dessen Gebiet, wie schon oben angeführt, die gesammten Graphitvorkommnisse fallen, nur an den Peripherien des Distriktes in ziemlicher Entfernung von den Graphitlinsen beobachtet; er besitzt dann die gewöhnliche, an und für sich betrachtet, eigenartige Structur und Zusammensetzung, welche die Cordieritgneisse des Bayerischen Waldes insgesamt auszeichnet. Wo in der Nachbarschaft der Graphitlinsen selbst frische Varietäten aufgefunden wurden, zeigen diese meist schon mannigfaltige Veränderungen; speciell wurde nirgends sicher erkennbarer Cordierit aufgefunden. Indessen ist es nicht unwahrscheinlich, dass schuppige Aggregate glimmerartiger Mineralien,

welche von Zügen von Sillimanitnadeln durchzogen sind, auf dieses Mineral zurückgeführt werden können, für das eben diese Mikrostructur in so hohem Maasse charakteristisch ist.

Gewöhnlich zeigen diese Gesteine eine prächtige Kataklasstructur, welche aber, was hier betont werden mag, in einzelnen Fällen vollständig fehlt. In den meisten aber sind die Glimmer und Graphitblättchen mannigfach gewunden, der Quarz, in welchem die charakteristischen Bänder von Flüssigkeitseinschlüssen fast stets vorhanden sind, ist zu einem Mosaik zertrümmert, und die Feldspäthe zeigen wenigstens an den Rändern die Zermalmung, welche das ganze Gestein betroffen hat, und sind hin und wieder zerbrochen und durch secundäre Aggregate ausgeheilt. Derartige Gesteine weisen dann häufig makroskopisch eine starke Faltung und Verbiegung der Schichten auf.

Die Gneisse sind gewöhnlich gebändert durch abwechselnde Lagen von biotitarmen und biotitreichen Schichten, in welcher letzteren sich der Graphit besonders gerne anreichert. Dieselben sind auch im Streichen vielfachem Wechsel sowohl in Beziehung auf den Mineralbestand als auf die Korngrösse unterworfen. Die Glimmerschiefer sind in ihrem Habitus mehr gleichmässig. Die glimmerarmen Zwischenlagen der Gneisse keilen sich häufig rasch aus und nehmen noch öfters die Beschaffenheit von kurzen Linsen und gerundeten Knauern an, ganz ähnlich denjenigen, welche man, nur meist in bedeutenderer Grösse, in den Graphitlinsen selbst beobachtet.

Die Betrachtung im Dünnschliff zeigt, dass in den frischen Gneissgesteinen neben reichlichem Quarz Orthoklas, Mikroklin, Kryptopertit und Oligoklas in wechselnder Menge vorhanden sind, wie diess in den normalen Cordieritgneissen des Bayerischen Waldes allenthalben der Fall ist; die Feldspathkörner zeigen häufig kleine, gerundete Einschlüsse von Quarz; auch Partien von Mikropegmatit sind sehr verbreitet und hie und da wieder randlich um die Orthoklaskrystalle fortgewachsen. Ferner beobachtet man Biotit in grösseren unregelmässigen und kleineren scharf begrenzten Blättchen, welche erstere durch die grosse Zahl der pleochroitischen Höfe um Zirkonmikrolithen auffallen, wie überhaupt der hohe Gehalt an gerundeten Zirkonkörnern die ganze Gruppe der Cordieritgneisse auszeichnet. Auch Apatit ist überall, in einzelnen, graphitreichen Gesteinen in grosser Menge und verhältnissmässig grossen, gerundeten Körnern vertreten. Was aber die graphitführenden Gesteine besonders charakterisirt, ist die Verbreitung des Rutil, welcher in den normalen Cordieritgneissen nicht sehr häufig, in den graphitführenden dagegen ständig und in verschiedenen Formen vorhanden ist. Man beobachtet dieses Mineral ausser in winzigen Mikrolithen von der Grösse der „Thonschiefernadelchen“, welche verhältnissmässig selten sind, in sagenitartigen Aggregaten im Biotit; die häufigste Form des Auftretens aber ist die in grösseren, compacten Körnern oder gedrungenen Prismen mit sehr deutlicher Spaltbarkeit und ungewöhnlich kräftiger Absorption in meist gelblich- bis grünlich-braunen, seltener auch violetten Farben. Verhältnissmässig wenig häufig ist daneben der Titanit, welcher besonders gerne intensiv rothe Farben besitzt.

In einzelnen Gesteinen trifft man Züge von fibrolithähnlichem Sillimanit, die gewöhnlich in zersetzten, aggregatpolarisirenden oder opalähnlichen Massen, seltener auch im Plagioklas eingelagert sind. Granat wurde nur in einzelnen feldspatharmen Glimmerschiefern von Oberöztzdorf in kleinen Körnern beobachtet, und in einem Graphitgneiss von der Kropfmühle sind in grösserer Menge Individuen vorhanden, welche dem Klinozoisit zugehören dürften.

Im Allgemeinen aber sind die Gesteine nicht so frisch, und namentlich häufig macht man die Beobachtung, dass ohne Uebergang neben ganz frischen Partien vollständig zersetzte vorhanden sind. Die Umwandlung scheint in der Weise zu beginnen, dass in den glimmerreichen Lagen in die Feldspathkörner die Zersetzungsproducte auf Rissen eindringen und zunächst den Kern derselben zerstören, während die glimmerärmeren Zwischenlagen sich gegen die zersetzenden Agentien als äusserst widerstandsfähig erweisen.

Es bilden sich allmählich schuppige, aggregatpolarisirende Pseudomorphosen von glimmerartiger Beschaffenheit heraus, welche oft von einem Netzwerk von lichtbraunem Opal durchzogen werden, wie auch häufig schon in den scheinbar frischen Krystallen derartige Infiltrationen von Opal zu beobachten sind. (Taf. II, Fig. 3.) Gewöhnlich ist der Orthoklas weniger widerstandsfähig als der Plagioklas, und man findet Gesteine, in welchen der Orthoklas ganz zerstört ist, der Plagioklas aber fast unangegriffen erscheint.

In anderen Fällen und zwar nur in stark zersetzten Gesteinen bildet das glimmerartige Mineral grossblättrige, mehr oder weniger radial struirte Aggregate, welche mit Ecken und Zacken in frische Reste von Plagioklas hineinragen, deren Contouren dann häufig von einem ganz feinen Saume von Pyrit abgegrenzt sind. (Taf. II, Fig. 1.) Inwieweit an der Zusammensetzung dieser Pseudomorphosen sich der Batavit betheiligt, welcher öfters aus solchen Gesteinen isolirt werden konnte, entzieht sich der Beobachtung. In den grösseren, schuppigen Partien scheint derselbe nicht vorhanden zu sein, denn die Blättchen erwiesen sich als optisch zweiachsig mit einem Axenwinkel von $30-40^\circ$, während der Batavit optisch einachsig ist. In den dichteren Aggregaten ist bei den glimmerähnlichen Eigenschaften des letzteren Minerals an eine Unterscheidung von vornherein nicht zu denken.

Bei weiterem Fortschreiten der Zersetzung lagern sich allenthalben schuppige Aggregate, theils von kaolinartigem Aussehen, theils solche von Nontronit ab, und auch der Biotit, welcher merkwürdiger Weise sich als sehr widerstandsfähig erweist, wird ausgebleicht und schwächer doppelbrechend und zeigt dann die optischen Eigenschaften des Batavits, während er nur selten in Chlorit umgewandelt ist. Die am weitesten zersetzten Gesteine lassen von den ursprünglichen Mineralien und der ursprünglichen Structur überhaupt nichts mehr erkennen, es sind ganz unregelmässige Aggregate der verschiedenen, schuppigen Mineralien, in welchen hin und wieder ein Rest eines Quarzkornes vorhanden ist, dessen Hauptmasse aber ebenfalls umgewandelt wurde, und die manchmal ganz von Opal durchtränkt sind.

Erwähnen möchte ich noch, dass in einem starkzersetzten Graphitschiefer von Schörgendorf ein eigenthümlich gefärbter Turmalin auftritt. Das Gestein fällt schon makroskopisch durch zahlreiche orangegelbe Flecken auf; u. d. M. erkennt man, dass die Ursache derselben schlecht ausgebildete Körner von Turmalin sind, der an den Rändern von grobblättrigen Aggregaten eines glimmerähnlichen Minerals aufgelöst wird. Das Mineral, von welchem ein charakteristischer, dreiseitiger Durchschnitt mit deutlichem Axenbild beobachtet wurde, zeigt a citrongelb, c röthlichbraun; es wurde auch noch durch den Nachweis der Borsäure identificirt.

Am interessantesten aber in diesen Gesteinen ist das Auftreten des Graphites selbst, welcher bald in geringer bald in sehr bedeutender Menge sich an der Zusammensetzung derselben betheiligt. Durchgehends ist die Beobachtung zu machen, dass derselbe die glimmerreichen Lagen bevorzugt, aber durchaus nicht, indem er die Stelle des Glimmers

einnimmt, sondern indem er zu den übrigen Gemengtheilen hinzutritt. Man beobachtet besonders häufig, dass die dünnen Graphitblättchen im Dünnschliff wie aufgeblättert aussehen, und dass dann zwischen den einzelnen Lagen des Graphites solche von Biotit vorhanden sind, eine Art der Verwachsung, welche in allen Vorkommnissen, die mir zu Gesicht gekommen sind, sich in stets gleichbleibender Weise wiederholt. (Taf. I, Fig. 1 und 5.) Der Graphit macht dann alle Biegungen der Glimmerblättchen mit, ist aber stets scharf in parallelen Lagen abgegrenzt und der Biotit lässt keine Spur einer Veränderung erkennen, wenigstens gegenüber von solchen Blättchen im gleichen Gestein, mit welchen Graphit nicht verwachsen ist, die aber manchmal recht selten sind. Wenn freilich der gesammte Glimmergehalt eines Gesteines zersetzt ist, pflegt dies auch mit dem von Graphit durchwachsenen der Fall zu sein.

In anderen Fällen legen sich die Graphitblättchen auf die Grenze zweier beliebiger anderer Gesteinsgemengtheile, deren sämtlichen Unebenheiten sie folgen, und man beobachtet dann die im höchsten Grade merkwürdige Erscheinung, dass ein solches Blättchen, welches sich in der Hauptsache allen Unebenheiten anpasst, gegen das Ende zu plötzlich ohne erkennbare Ursache umbiegt und nun in eines der beiden begrenzenden Mineralkörner hineinragt. (Taf. I, Fig. 4.)

Seltener sind grössere Graphitblättchen im Feldspath oder Quarz als Einschlüsse zu beobachten; eine gesetzmässige Art der Einlagerung ist dann nicht zu erkennen.

Verhältnissmässig wenig häufig finden sich neben den schuppigen, aufgeblätterten und verbogenen Graphitblättchen, welche überall die Hauptmasse bilden, winzige Individuen des Minerals, welche nicht die lang-leistenförmigen Querschnitte geben, sondern im Durchschnitt mehr eiförmig erscheinen. Sie sind namentlich als Einschlüsse im Feldspath beobachtet worden und zeigen bei stärkeren Vergrösserungen verhältnissmässig wohl ausgebildete Krystallform.

Auf den ersten Blick erscheint die Unterscheidung des Graphites in dieser Form von opaken, schwarzen Erzen, namentlich solchen, welche auch gerne in Tafelform auftreten, sehr schwierig, aber es bietet sich dem Geübten doch ein charakteristisches Erkennungszeichen. In Folge seiner Weichheit schmiert der Graphit beim Schleifen, die Umriss desselben sind daher nie scharf, sondern stets etwas ausgefranzt und erleichtern dadurch die Bestimmung. In Folge dieses Schmierens aber ist oft der ganze Dünnschliff mit einem feinen, schwarzen Staub übersät, so dass es namentlich in graphitreichen Gesteinen den Eindruck macht, als wäre der Graphit hier auch in feinsten, staubförmiger Vertheilung allenthalben vorhanden, was aber in keinem der untersuchten Gesteine zutreffen dürfte.

In hohem Maasse charakteristisch ist das Auftreten des Pyrits, welcher zum Theil das ganze Gestein in breiten Gängen durchadert, die durch alle Gemengtheile gleichmässig hindurchsetzen, zum Theil aber in ganz feinen Zwischenlagen an den Grenzen der einzelnen Gemengtheile sich einstellt, wie dies schon mehrfach erwähnt wurde. In stark kataklastischen Gesteinen erfüllt er auch die Risse, die z. B. im Quarz durch die Torsion entstehen, und welche die verschobenen Theile gegen einander abgrenzen.

Besonderer Erwähnung werth erscheint noch die Zusammensetzung der graphitarmen Knauern und Linsen, welche stets innerhalb der Graphitlinsen auftreten. In einzelnen Fällen sind es normale, aber sehr glimmerarme Varietäten des Gneisses, welche mehr oder weniger verwittert sind, in andern Fällen aber zeigen sie eine ganz besonders grobkörnige

Structur. Dann beobachtet man mit blossen Auge die blaue Farbe des Quarzes, welcher vollständig cordieritartig erscheint, und dessen leicht verbleichende Färbung durch Mangan hervorgebracht wird, wie ich vor kurzem nachgewiesen habe. Neben dem Quarz ist gleichfalls in grossen Individuen ein Oligoklas der Hauptbestandtheil, welcher oft schon makroskopisch durch eine besonders hervortretende Zwillingslamellirung sich auszeichnet.

Dieser Oligoklas ist stellenweise geradezu glasisch, von vollständiger Frische, während daneben wieder Parteen derselben Körner eine matte, steinmarkähnliche Beschaffenheit zeigen. Die frischen und die zersetzten Theile grenzen manchmal recht scharf an einander ab, aber im Dünnschliff beobachtet man, dass auch die scheinbar frischen Parteen allenthalben von Zersetzungsproducten durchzogen sind. Dieser Oligoklas ist auch dadurch besonders interessant, dass er auf Spaltblättchen nach {001} genau parallel zu den Zwillingslamellen auslöscht, sodass auf solchen im polarisirten Licht die Zwillingslamellirung überhaupt nicht erkannt werden kann. Neben dem triklinen Feldspath pflegt Orthoklas und häufig auch Mikroklin und Kryptoperthit vorhanden zu sein.

Eine besonders bemerkenswerthe Erscheinung aber ist die, dass hier überall, wie dies auch schon bei den normalen Gneissen betont wurde, kleine Quarzkörner innerhalb der verschiedenen Feldspäthe vorhanden sind, und dass an diesen Einschlüssen sogar hin und wieder deutliche Krystallform beobachtet wurde. Sonst ist der Plagioklas und gewöhnlich auch der Orthoklas gegen die Ausfüllungsmasse von Quarz krystallographisch begrenzt, hin und wieder stellt sich auch Mikropegmatit zwischen beiden ein.

Der Biotit und mit ihm der Graphit ist in diesen accessorischen Bestandmassen ein recht seltener Gemengtheil, wenn auch der letztere für sich manchmal auf den Grenzen einzelner Individuen von Quarz und Feldspath auftritt. Mit dem Graphitgehalt schwindet auch der Gehalt an Rutil, welcher hier nur ganz vereinzelt ist, während Titanit häufiger beobachtet wurde.

Der Gesamteindruck, welchen man bei der vergleichenden Betrachtung der Schiefergesteine erhält, ist zunächst der, dass der Gehalt an Graphit, welchen ein Gestein aufweist, in einem überall zu verfolgenden Zusammenhange steht mit dem Auftreten von Biotit einerseits, mit dem Vorhandensein stark kataklastischer Structur andererseits. Man macht in durchaus constanter Weise die Beobachtung, dass die biotitreichen Lagen der Gesteine auch die graphitreichen sind, und dass dann die Hauptmenge des Graphites sich auf den Spaltrissen des Glimmers eindrängt oder sich auf sonstigen Ritzen im Gesteine, auf den Grenzen zweier compacter Gesteinselemente oder auf den durch die Zermalmung entstandenen Rissen innerhalb der einzelnen Mineralien ablagert, während demgegenüber das Vorkommen von Einschlüssen von Graphit in sonst compacten Gemengtheilen zu den Seltenheiten gehört. Es bleibt ja noch manche Erscheinung, welche das Auftreten des Graphites bietet, schwer erklärlich, wie z. B. die Art und Weise, in welcher ein auf der Grenze zweier Quarzkörner vorhandenes Blättchen plötzlich abbiegt, um in eines der beiden Körner einzudringen, oder das Vorhandensein von Einschlüssen von Graphit im nicht zersprengten Quarz oder Feldspath, aber die sich stets wiederholenden und in so hohem Grade charakteristischen Umstände, welche das Auftreten des Graphites in diesen Gesteinen im Allgemeinen darbietet, lässt doch nur die eine Erklärung zu, dass dieses Mineral kein ursprünglicher Gesteinsgemengtheil ist und auch nicht durch Metamorphose aus einem ursprünglichen Gesteinsgemengtheil hervorging.

Darauf weist nicht nur das Vorkommen von Graphit auf Gängen im Gneiss, welches im Pfaffenreuth-Kropfmühler Lager beobachtet wurde, mit Sicherheit hin, sondern ebenso die Vertheilung des Minerals im Grossen in den geologischen Horizonten, wie in den kleinen Verhältnissen, welche erst die Beobachtung im Mikroskop aufdeckt. Die stete Begleitung, welche die Graphitlinsenzüge aufweisen, die Erscheinung, dass sich gerade hier alle möglichen Massengesteine anhäufen, welche sonst wohl auch vorhanden, aber niemals in solcher Mannigfaltigkeit beisammen sind, lässt darauf schliessen, dass dieselben an solchen Stellen zur Ausbildung gekommen sind, an welchen für das Eindringen katogener Massen die günstigsten Verhältnisse sich vorfanden. Die Vorbedingungen für die Entstehung derartiger schwächerer Stellen dürften hauptsächlich darin gegeben gewesen sein, dass an der Grenze zwischen den gegen eine mechanische Umformung so verschieden widerstandsfähigen Gneissen und Kalken sich eine Lockerung des Schichtencomplexes einstellte, sodass hier für die nachfolgenden Erscheinungen vulcanischer Thätigkeit ein verhältnissmässig leichterer Ausweg geschaffen war, welcher, wie die Anhäufung der verschiedenartigsten Massengesteine an solchen Stellen zeigt, auch zu sehr verschiedenen Epochen benützt wurde.

Und ebenso wie die Hauptlagerzüge von Graphit auf derartigen Stellen geringeren Widerstandes an der Grenze verschiedenartiger Schichtgesteine sich einstellen, ebenso beobachtet man wieder im Kleinen, dass solche Lagen am graphitreichsten sind, in welchen Spaltrisse und Sprünge aller Art ein lockeres Gefüge der Gesteine bedingen, während die compacten, gröberkörnigen Massen dabei fast graphitfrei bleiben. Und endlich bevorzugt der Graphit innerhalb dieser schwächeren Schichten wiederum diejenigen Mineralien, welche am wenigsten compact sind, sei es dass eine vollkommene Spaltbarkeit oder aber eine allgemeine Zermalmung durch den Gebirgsdruck die Ursache des geringen Zusammenhaltes ist.

Alle diese Erscheinungen würden vollständig unerklärlich sein, wollte man den Graphit aus irgend einer ursprünglichen, organischen Substanz entstanden erklären, welche in dem Gestein vor einer auf irgend einem Wege vor sich gegangenen Umkrystallisation vorhanden gewesen wäre, da sich dann, ganz abgesehen von dem Auftreten des Graphites in Gängen und dem charakteristischen Gebundensein desselben an die Nähe des granitischen Massivs, für die oben besprochenen Verhältnisse ein einigermaßen plausibler Grund nicht finden lässt. Dass das Auftreten des Rutils genetisch mit dem Graphit verbunden ist, darauf weisen alle Beobachtungen mit Sicherheit hin; auch er ist nicht als primärer Gesteinsgemengtheil zu deuten, da er in den graphitfreien Cordieritgneissen gar keine Rolle spielt, dagegen allenthalben den Graphit in ziemlich bedeutender Menge begleitet.

Was endlich die mit dem Vorhandensein von Graphitlinsen so häufig verbundenen, intensiven Zersetzungen betrifft, so wird deren Verhältniss zu der Entstehung des Graphites am zweckmässigsten im Schlusscapitel besprochen, in welchem eine Uebersicht über die Gesammtheit der beobachteten chemisch-geologischen Verhältnisse gegeben werden wird.

B. Die Gesteine der Graphitlagerstätten von Schwarzbach und Krumau.

1. Die contactmetamorphischen Kalke.

Viel einfacher als die Zusammensetzung der körnigen Kalke aus dem Passauer Gebiet ist diejenige der böhmischen, welche die Graphitlager von Schwarzbach und Krumau begleiten, aber der Charakter derselben ist der gleiche, und derselbe beweist auch hier mit Sicherheit die Entstehung dieser Gebilde durch contactmetamorphische Umbildung.

Makroskopisch sind die Gesteine gewöhnlich weniger grobkörnig und auch selten rein weiss und ausser in den verhältnissmässig häufigen opicalcitischen Bildungen treten die accessorischen Mineralien bei Betrachtung mit blossem Auge kaum hervor.

U. d. M. beobachtet man ein körniges Aggregat von zwillingslamellirtem Calcit, welches hin und wieder von ganz feinertheiltem Graphit wie bestäubt erscheint, welchem die Gesteine auch ihre makroskopisch grauliche Färbung verdanken; sehr selten aber und nur direct am Contact mit dem Graphitschiefer selbst treten deutlichere und scharf begrenzte Graphitblättchen auf, welche indess gleichfalls mit blossem Auge nirgends sichtbar sind.

Von Silicaten findet man in denselben am häufigsten einen vollständig farblosen Phlogopit in taflichen Krystallen; derselbe ist scheinbar optisch einaxig und zeigt nur hin und wieder, unregelmässig vertheilt, einen kleinen Axenwinkel; die Spaltrisse sind meist wenig zahlreich. Das zweithäufigste Mineral ist der Forsterit, welcher hin und wieder in grossen, frischen, stark gerundeten Krystallen vorhanden ist, meist aber eine vollkommene Umwandlung in Serpentin erlitten hat. Eine grössere Anzahl der in Schwarzbach gesammelten Kalke sind normale „Eozoon-Kalke“, in welchen sich die bei den Vorkommnissen der Umgebung von Passau geschilderten Verhältnisse aufs genaueste wiederholen, mit einem einzigen Unterschied, dass nämlich die Serpentinflecken schon makroskopisch eine schwärzlichgrüne Farbe aufweisen und die ganzen Gesteine überhaupt dunkler sind.

Im Dünnschliff beobachtet man, dass die fasrigen Pseudomorphosen mit wohlausgebildeter Maschenstructur bei schwacher Vergrösserung wie schwärzlich bestäubt erscheinen, mit stärkeren Systemen erkennt man dann oft, dass diese Erscheinung nicht einer opaken Substanz, sondern vielmehr dem schon früher erwähnten, stark absorbirenden Serpentinmineral zugeschrieben werden muss. Das Letztere, welches sich häufig in grosser Menge an den Pseudomorphosen betheiligt, findet sich auch in etwas grösseren und besser ausgebildeten Blättchen, gewöhnlich verwachsen mit normalem Serpentin auf einzelnen Klüften, sowie in isolirten Blättchen im Gestein vertheilt. Man beobachtet dann besonders häufig, dass, ähnlich wie dies bei der Zersetzung der Biotite früher beschrieben wurde, von Torsionsrissen aus das stark absorbirende Serpentinmineral zwischen die Fasern des normalen sich hineinzieht und so eine lamellare Verwachsung beider entsteht. Wenn die Schwingungsrichtung des Polarisators senkrecht zur Längsrichtung der Fasern steht, beobachtet man einen Unterschied zwischen beiden Substanzen überhaupt nicht, während in der um 90° gedrehten Stellung die Erscheinung den Eindruck macht, als wären zwischen dem farblosen Serpentin Graphitschuppen eingewachsen, bis man sich im reflectirten Licht von dem Fehlen des Metallglanzes überzeugt. Dieses Mineral, welches so häufig in paralleler Verwachsung mit normalem Serpentin und oft scheinbar als Umwandlungsproduct desselben auftritt (Taf. I, Fig. 6), und welches die

Eigenschaften besitzt, den parallel zur Faserrichtung schwingenden Strahl selbst im dünnsten Schliff noch vollständig zu absorbieren, ist im Uebrigen in seinen optischen Eigenschaften dem Serpentin sehr ähnlich. Die Lichtbrechung hat etwa gleiche Höhe wie bei diesem Mineral, die Hauptentwicklungszone ist, wie hier, optisch positiv, aber die Doppelbrechung ist um ein Bedeutendes niedriger und im dünnen Schliff kaum mehr zu bemerken. Die Versuche, diese Substanz mittelst schwerer Lösung oder mittelst chemischer Agentien zu isolieren, misslingen, und es liess sich kein Anhaltspunkt für die Erkenntniss der Ursache dieser ganz ungewöhnlich kräftigen Absorption erkennen, welche indess bei schwacher Erwärmung verschwindet. Auf einzelnen der Querrisse, von welchen aus scheinbar die Schwarzfärbung in das Innere der Faseraggregate eindringt, beobachtet man allerdings kleine Körner, welche durch sehr starke Licht- und Doppelbrechung einige Aehnlichkeit mit Titanit haben, aber der Nachweis der Titansäure gelang weder im frischen Forsterit noch in den fertigen Pseudomorphosen. Dieses merkwürdige Mineral ist wohl nichts weiter als ein dilut gefärbter Serpentin; eine Ansicht über die Ursache der Färbung selbst konnte ich mir aber nicht bilden, und ich kann daher hier nur auf diese interessante Erscheinung aufmerksam machen, ohne eine Deutung derselben geben zu können. Jedenfalls aber ist die Erscheinung an sich in hohem Maasse interessant, schon desshalb, weil dieses Mineral die denkbar grössten Unterschiede in der Absorption aufweist, Unterschiede, wie sie bei allen übrigen Mineralien auch nicht annähernd erreicht werden.

Seltener als die besprochenen Mineralien sind Individuen einer pargasitähnlichen Hornblende, welche im Dünnschliff farblos erscheinen; ausserdem findet man einzelne, grosse, stark pleochroitische Körner von Titanit.

Es ist ferner zu betonen, dass Quarz, von welchem Haidinger (l. c.) spricht, den Gesteinen vollständig fremd ist, und dass bei dieser Beobachtung wohl eine Verwechslung mit dem völlig farblosen Forsterit vorliegt. Die Paragenesis der Mineralien bietet somit hier, wenn auch in einfacherer Weise, so doch sehr bestimmt das charakteristische Bild contactmetamorphisch umgewandelter Kalke, was ich besonders hervorheben möchte, da im Felde die Entfernung zwischen den östlichsten Graphitlagern und den sie begleitenden Kalken bei Krumau von der wahrscheinlichen Ursache der Contactmetamorphose, dem granitischen Massiv des Plöckensteins so bedeutend erscheint, dass eine Beeinflussung auf solche Entfernung nicht wahrscheinlich gemacht werden kann. Aber die im ganzen Streichen der Graphitlagerstätten allenthalben hervortretenden granitischen Putzen ebenso wie die lagerartig die Graphitschiefer begleitenden granitischen Gesteine zeigen aufs deutlichste, dass die Entfernung dieser Vorkommnisse von dem granitischen Centrum viel geringer sein muss, als es auf der Oberfläche den Anschein hat.

2. Die granitischen Gesteine.

Wie schon bei der Besprechung der geologischen Verhältnisse ausführlicher dargelegt wurde, treten sowohl bei Schwarzbach als bei Krumau granitische Gesteine als Begleiter der Graphitschiefer auf, welche sich sowohl durch ihre vollkommene Frische als durch den Mangel jeden Graphitgehaltes und endlich durch ihren massigen Habitus von den geschichteten, zersetzten und meistens etwas Graphit führenden Gneissen unterscheiden, welche sonst die Graphitschiefer begleiten.

Die porphyrisch struirten Gesteine von Schwarzbach mit dem ausgesprochen lamprophyrischen Charakter der Grundmasse umschliessen häufiger schlierenartige Putzen, in welchen Quarz und Feldspath nebst einer grünlichgrauen Hornblende in grobkörnigen Aggregaten ausgebildet sind, und welche gewöhnlich von derbem Magnetkies imprägnirt werden.

Bei der mikroskopischen Untersuchung erkennt man, dass die bei Betrachtung mit blossem Auge hervortretenden Einsprenglinge theils wohlausgebildete Krystalle, theils Körneraggregate von Orthoklas und einem dem Andesin nahestehenden Plagioklas sind, welche letzterer zumeist nach Albit- und Periklingesetz lamellar verzwilligt ist. Diese Einsprenglinge enthalten in grösserer Anzahl Einschlüsse von Quarz, der zum Theil gerundete Körner, zum Theil die eigenthümlich gelappten Durchschnitte darbietet, welche für die corrodirtten Quarzeinsprenglinge der Quarzporphyre charakteristisch sind. Beide Feldspäthe sind frisch und nur an den Rändern, wo häufig starke Kataklasten zu beobachten sind, findet man damit zusammenhängend die beginnende Umwandlung.

Die makroskopisch dunkelbraun erscheinende Zwischenmasse, in welcher ebenfalls zwei Feldspäthe, sowie ziemlich viel Quarz vorhanden ist, erscheint ungewöhnlich reich an Blättchen von Biotit, an mehr oder minder gut ausgebildeten Krystallen von farblosem Augit, sowie an schilfigen Individuen von sehr lichtgefärbter Hornblende, welche letztere aber wohl nur das uralitische Umwandlungsproduct des Augits darstellen dürfte. In dieser feinkörnigen Grundmasse, welche stark zermalmte ist und meist die typische Mörtelstructur aufweist, ist die Zersetzung weiter fortgeschritten. Die Feldspäthe sind getrübt, der Biotit unter Ausscheidung eines titanitähnlichen Minerals häufig theilweise in Chlorit umgewandelt. Trotz der augenfälligen secundären Entstehung des Chlorites beobachtet man nicht selten auch in diesem die Erscheinung der pleochroitischen Höfe um Zirkonmikrolithen, ja selbst solche Höfe wurden aufgefunden, welche zur Hälfte in dem etwas angegriffenen Biotit, zur Hälfte im Chlorit liegen. Der Augit ist theils nur randlich, theils in seiner ganzen Masse in Uralit umgewandelt, der meist schilfige Endigung besitzt, und in welchem abermals die pleochroitischen Höfe, die dem primären Augit fremd sind, in ziemlicher Menge beobachtet werden können. Stellenweise tritt ein brauner Turmalin in kurzprismatischen, hin und wieder hemimorphen Krystallen hinzu. Ferner beobachtet man Titanit in grossen Flecken, Zirkon und Apatit, sowie etwas Kalkspath. Ein hin und wieder nicht unbeträchtlicher Gehalt an Magnetkies und Pyrit gibt sich als secundäre Infiltration zu erkennen, indem man an einzelnen Stellen die Ablagerung dieser Substanzen auf den Spaltrissen des secundären Amphibols beobachten kann, dessen Individuen auch ganz von Kies umschlossen werden. Graphit und Rutil fehlen vollkommen.

Im Gegensatz zu diesen an den basischen Gemengtheilen so überaus reichen Gesteinen charakterisiren sich die Aplite von Krumau zunächst durch ein völliges Zurücktreten derselben. Es sind ziemlich feinkörnige, stark zermalmte Aggregate von Quarz, Orthoklas und Plagioklas mit einzelnen Schuppen eines sericitartigen Glimmers; manchmal treten einzelne Feldspathkrystalle durch bedeutendere Grösse hervor.

Häufig beobachtet man auch hier die gerundeten Einschlüsse von Quarz in den Feldspäthen, welche übrigens vollständig frisch und klar sind. Wo der Glimmer als Einschluss in Quarz auftritt, ist es charakteristischer Biotit, während der sonst in sehr geringer Menge im Gestein vorhandene farblos, also wohl ausgebleicht ist. In besonderer Masse ist in all diesen Gesteinen Rutil in scharf ausgebildeten, prismatischen Krystallen, in Zwillingen und

sagenitartigen Aggregaten vorhanden, daneben findet man Apatit und einzelne, gute, oktaëdrische Krystalle von Pyrit. Die makroskopisch zu beobachtenden, lichtgrünlichgrauen, kleinen „Augen“ bestehen u. d. M. aus äusserst feinfasrigen, radialen Aggregaten eines vielleicht zur Amphibolgruppe gehörigen Minerals, welche allenthalben pseudopodienähnlich in die Umgebung hinübergreifen. Und durch eine Lage von ebensolchem, fasrigem Aggregate wird die Grenze des Aplits gegen den Graphitschiefer bezeichnet, welcher in normaler Beschaffenheit an den vollständig unzersetzten und vollständig graphitfreien Aplit angrenzt.

Diese aplitischen Gesteine sind sehr hart und zähe und haben einen durchaus massigen Habitus.

3. Die Gneisse und Graphitschiefer.

Die Gneisse sind, ebenso wie im Passauer Gebiet, in der Nähe der Graphitlagerstätten stark zersetzt und weitaus in den meisten Fällen nur noch eine desaggregirte, sandige Masse, deren ursprüngliche Zusammensetzung und Structur nicht mehr, auch nicht in Andeutungen erhalten ist; das einzige, was man noch deutlich beobachtet, ist ihre ausgesprochene Schichtstructur. Häufig sind sie in geringem Maasse graphithaltig, auch schmale Lagen von Graphitschiefer finden sich zwischen sehr graphitarmlen Gneisssschichten, aber Uebergänge zwischen den normalen, graphitfreien Gneissen und den Graphitschiefern fehlen hier noch viel mehr als im Passauer Gebiet.

Im Allgemeinen sind diese Gesteine im böhmischen Gebiet von viel gleichmässigerer Beschaffenheit, und während man bei Passau so häufig einen raschen Wechsel zwischen meist linsenförmigen Massen beobachtet, von welchen die einen grobkörnig, die anderen feinkörnig, die einen glimmerreich, die anderen glimmerarm sind, ist hier namentlich im Streichen viel mehr Gleichmässigkeit vorhanden, welche wohl auch das lange Aushalten der Graphiteinlagerungen gegenüber den Vorkommnissen im Passauer Gebiet begünstigt. Zwar finden sich auch im böhmischen Gebiete linsenförmige Einlagerungen graphitarmer Gneisse in den Graphitschiefern in weiter Verbreitung, doch sind dieselben oft so mächtig, dass man sie bei der Förderung des Graphites einfach als Mauern stehen lässt. Die Zusammensetzung derselben ist so ziemlich die gleiche, wie bei den Vorkommnissen aus der Umgebung von Passau, nur dass sie meist feinkörniger und nicht so frisch sind.

Was die Graphitgesteine selbst betrifft, so ist in dieser Beziehung eine viel grössere Variabilität zu constatiren als in den Passauer Lagerstätten. Die Graphitgesteine, welche im böhmischen Gebiete ausgebeutet werden, sind zum Theil ganz lockere, weiche Massen, wie der fette Graphit von Schwarzbach, theils compacte, fast massig erscheinende Gesteine mit flimmerndem Bruch, theils endlich von massenhaften Rutschflächen durchsetzte Schiefer mit mattem Bruch und, namentlich bei Krumau, vollkommenem Metallglanz auf den schaligen Absonderungsflächen.

Die zuerst genannte Varietät, welche in dem fürstlich Schwarzenberg'schen Werk in Schwarzbach den Hauptbestand der mittleren der drei dort abgebauten Einlagerungen bildet, enthält feinschuppigen Graphit und ist die graphitreichste, welche in dem Gebiete überhaupt gefunden wird, sodass sie als Naturwaare in den Handel kommt, nachdem zahlreiche, kleine Knoten von der Zusammensetzung eines zersetzten, glimmerarmen Gneisses ausgelesen worden sind. Eine Probe derselben ergab mir einen Rückstand von 14,58%,

bestehend aus Quarz, glimmerartigen Silicaten, etwas Feldspath und Rutil. Da dieses Vorkommniss ziemlich arm an Kiesen ist, dürfte die Differenz als Graphit anzusehen sein.

Sehr viel weniger Graphit enthalten die compacten Gesteine, welche dazu noch meist sehr kiesig sind; auch hier ist der Graphit in einzelnen Varietäten blättrig und diese blähen sich beim Erwärmen mit Salpetersäure auf. In ihnen finden sich auch bei Schwarzbach die eigenthümlichen, von Woldrich¹⁾ beschriebenen, kleinen, rundlichen Concretionen, in welchen derselbe organische Reste vermuthete. Diese bis $\frac{1}{2}$ cm im Durchmesser grossen, runden Gebilde mit concentrischer und radialer Structur, erweisen sich u. d. M. im sehr feinen Schliff als radiallyfasrige Aggregate eines ziemlich stark lichtbrechenden, vielleicht zur Amphibolgruppe gehörigen Minerals mit einigen Partien einer schwächer lichtbrechenden, gleichfalls auf das polarisirte Licht wirkenden Substanz, welche durch einen oder zwei concentrische Ringe von Graphit abgetheilt sind. Diese Gebilde sind, wie man sich an frischen Stücken überzeugen kann, die Verwitterungsproducte kleiner, strahliger Kiesconcretionen, welche allenthalben im Gestein stecken, und haben mit Organismen sicher nichts zu thun. Auch sonst enthalten diese Vorkommnisse Adern von Pyrit in grosser Menge.

U. d. M. besteht das betreffende Gestein aus viel Quarz, wenig Orthoklas und Plagioklas, zwischen deren Körnern die gut ausgebildeten, aber nicht aufgeblättern, sondern compacten Krystalle von Graphit sich abgelagert haben. (Taf. I, Fig. 2.) Kleine, gerundete, opake Einschlüsse, wohl auch von Graphit, im Dünnschliff ovale Durchschnitte gebend, liegen nicht selten im Quarz, wie in dem in grösseren Körnern auftretenden Apatit. Unregelmässig umgrenzte Körner von Rutil (ϵ röthlichbraun, ω gelblichbraun) sind in grosser Zahl vorhanden, ferner stark licht- und doppelbrechende, farblose Körner, welche wohl Zirkon sind. Kataklasstructur konnte nicht beobachtet werden; der Graphit dieser Gesteine bläht sich nicht auf.

Makroskopisch ähnlich, nur noch dichter und matter und von mildem Bruch sind andere Vorkommnisse von Schwarzbach, in welchen zahlreiche Adern mit spiessigen Calcitkrystallen vorhanden sind. U. d. M. beobachtet man den Graphit in feinsten Theilung, von winzigen, aber compacten, ovalen Durchschnitten bis zu eigentlichem Staub, der auch bei 1500 facher Vergrösserung keine Form zeigt. Die Zwischenmasse wirkt nicht auf das polarisirte Licht mit Ausnahme einiger Blättchen von batavitähnlichen Eigenschaften und kleinen Nestern lichtbraunen Biotits. Dieselbe besteht aber nicht aus Opal, da ihre Lichtbrechung etwas höher ist als die des Canadabalsams. Dass diese Hauptmasse hier nicht Opal ist, darauf weist auch schon die äusserst milde Beschaffenheit des Gesteins hin; auch dieser Graphit bläht sich nicht auf.

Ferner ist eine der in Krumau geförderten Varietäten der ersten von diesen beiden makroskopisch ähnlich, nur dass der Graphit im Bruch des Gesteines noch deutlicher krystallinisch ist, und Schwefelkies in noch grösseren Mengen sich bemerkbar macht. Dieser Graphit ist die einzige Varietät von Krumau, an welcher ich die Aufblähungsreaction beobachten konnte. U. d. M. beobachtet man, dass der Graphit etwas gröber blättrig ist als in den eben besprochenen Gesteinen, und dass namentlich hier wieder in

¹⁾ J. N. Woldrich, Ueber eigenthümliche Graphitconcretionen von Schwarzbach in Böhmen. Verh. k. k. geol. Reichsamt. 1885. 399.

grosser Zahl die mit Glimmer verwachsenen, scheinbar aufgeblättern Graphitindividuen vorhanden sind, welche im Passauer Gebiete allenthalben so charakteristisch sind. Der Glimmer selbst ist ein feinblättriger Sericit. Die Hauptmasse des Gesteins besteht aus schuppigen Aggregaten dieses letzteren Minerals, wechselnd mit feinkörnigen Lagen, in welchen Quarz den Hauptbestandtheil bildet, einigen theilweise oder ganz zu grossschuppigen, strahligen Aggregaten von sericitähnlichem Aussehen zersetzten Feldspathkrystallen und wenigen, aus grobkörnigem Quarz bestehenden kleinen Linsen. Die Graphitblättchen, neben welchen compacte, im Durchschnitt ovale Individuen von geringen Dimensionen in Menge vorhanden sind, lagern mit Vorliebe auf den Grenzen der einzelnen Mineralkörner. Zahlreich sind auch hier Körner und langnadhige Krystalle von violettgrauem Rutil, welcher deutliche Spaltbarkeit und sehr starke Absorption $\epsilon > \omega$ besitzt. Apatit findet sich in grösseren, gerundeten Individuen. Einzelne Krystalle von Pyrit sind vorhanden, massenhaft aber durchsetzen derbe Adern dieses Erzes die verschiedenen Gesteinsgemengtheile, wodurch sie sich als spätere Infiltration zu erkennen geben. Auch Nontronit konnte hier in kleinen Flecken und Adern beobachtet werden. Die Verbiegung der Glimmer und Graphitblättchen, die Zertrümmerung des Quarzes ist hier sehr deutlich.

Am häufigsten aber haben die Graphitgesteine den Habitus eigentlicher, sehr feinkörniger Graphitschiefer, von eigenthümlich schaliger Beschaffenheit, welche namentlich für die Vorkommnisse in Krumau besonders charakteristisch ist.

Der ganze Schiefer ist dort zu kleinen ovalen Scherben zermalmt, welche mit einem glänzenden Graphitharnisch überzogen sind, sodass das muschlig brechende Gestein ein metallartiges Ansehen erhält. Der Graphit dieser Gesteine gibt die Aufblähungsreaction nicht. Die Proben von Schwarzbach sind viel graphitreicher und enthalten weniger Kies als diejenigen von Krumau; eine Bestimmung des Rückstandes der ersteren ergab 41,04%. Der Bruch derselben ist matt und rein schwarz. U. d. M. beobachtet man von durchsichtigen Mineralien nur ganz vereinzelte, gerundete, fast geröllartig aussehende Aggregate, welche aber vollständig zersetzt sind.

Die Vorkommnisse von Krumau sind reicher an Kies und an Silicaten (Rückst. 54,71%, von dem Rest ist noch der ziemlich bedeutende Verlust in Abzug zu bringen, welcher bei der Oxydation des Schwefelkieses eintritt, sodass der Graphitgehalt selbst noch geringer ist) und die einzelnen schaligen Scherben, in welche das Gestein leicht zerbricht, haben oft einen Kern von gneissähnlicher Beschaffenheit. Der Querbruch durch diese äusserlich glänzenden, von Harnischen überzogenen, schwarzen Bruchstücke ist graulich und matt. Die kleinen Knoten bestehen aus ziemlich frischen, grobkörnigen Quarz-Feldspathaggregaten mit einer Unzahl feinsten Rutilnadeln und derbem bis blättrigem Graphit zwischen den einzelnen Gemengtheilen; ferner finden sich zersetzte radialstrahlige Partien von sericitartigem Glimmer, mit welchem der Graphit hin und wieder parallel verwachsen und aufgeblättern ist. (Taf. I, Fig. 3.) Meist aber ist das letztere Mineral nicht blättrig, sondern dicht oder als feiner Staub ausgebildet. Die Zwischenlagen bestehen aus parallelstreifigen, schwach polarisirenden Aggregaten mit reichlicher Bildung von derbem Graphit, welcher von massenhaften Adern und Klüften mit Neubildungen, theils farbloser Mineralien, theils von Kies durchsetzt werden.

Die Graphitgesteine des böhmischen Gebietes, welche schon makroskopisch viel dichter erscheinen als die Passauer Vorkommnisse, lassen somit die ursprüngliche Zusammensetzung

der betreffenden Gesteine viel weniger deutlich erkennen, als dies bei den andern der Fall ist, und die Structur dieser Gesteine in frischem Zustand muss viel gleichmässiger feinkörnig, vielleicht auch fast phyllitartig dicht gewesen sein, wobei zahlreiche, verhältnissmässig kleine Augen von gröberem Korn und ziemlich mächtige Zwischenlagen von gneissartiger Zusammensetzung vorhanden waren. Wo man aber das Verhältniss des Graphites zu den übrigen Gesteinsgemengtheilen genauer verfolgen kann, zeigen sich dieselben Verhältnisse, wie in dem zuerst besprochenen Gebiete. Der Graphit lagert sich an den Grenzen der einzelnen Gemengtheile, auf den Spaltrissen des Glimmers etc. ab und lässt eben durch diese Art des Auftretens auf seine secundäre Natur schliessen, welche auch in dem weitgehenden Stadium der Zersetzung ihren Ausdruck findet, in welchem die graphithaltigen Gesteine sich befinden. Und dass diese Zersetzungen in den graphitarmlen „Augen“ und Zwischenlagen weniger stark zum Ausdruck kommen, bietet eine weitere Parallele mit den Passauer Vorkommnissen.

Chemisch-geologische Folgerungen.

Die Eigenart der Erscheinungen, welche die geologischen und petrographischen Verhältnisse der Graphitlagerstätten des bayerisch-böhmischen Waldes uns vor Augen führen, bietet zahlreiche Anhaltspunkte für die Klärung der chemisch-geologischen Fragen, die sich bei dem Studium dieser Lagerstätten uns aufdrängen. Bei der Charakterisirung der einzelnen Vorkommnisse wurde öfters kurz auf dieselben hingewiesen; hier sollen die verschiedenen Beobachtungen zu einem Bilde vereinigt werden, um aus demselben eine Deutung der genetischen Momente des Graphites zu versuchen.

Ich möchte zunächst noch darauf aufmerksam machen, dass zwei Umstände, welche hier als besonders charakteristisch uns entgegentreten, sich an zahlreichen anderen Graphitvorkommnissen, welche ähnliche Verhältnisse aufweisen, wiederholen: das ist die Begleitung der Graphitlagerstätten durch körnige Kalke und die ebenso constante Rutilführung der mehr oder minder graphitreichen Schiefergesteine. Aber ich möchte gleichzeitig betonen, dass ich doch durchaus nicht die Anschauung vertreten möchte, dass alle derartigen Lagerstätten genetisch mit den hier betrachteten übereinstimmen müssten, und dass z. B. das Zusammenvorkommen von Graphit mit Rutil an sich zu Schlüssen berechtigt, wie sie aus den übrigen Verhältnissen im bayerisch-böhmischen Graphitgebiete gezogen werden müssen. Denn diese Paragenesis gerade ist eine in hohem Maasse charakteristische und überall verbreitete, und man beobachtet sie sehr häufig unter Verhältnissen, unter welchen intensive chemisch-geologische Prozesse überhaupt vollkommen unwahrscheinlich sind. Dagegen möchte ich aber andernteils wieder feststellen, dass, wie die hier dargestellten Verhältnisse zur Genüge beweisen, das Auftreten der Graphitlagerstätten in Begleitung metamorphischer Kalke noch keinen hinreichenden Beweis für die organische Entstehung derselben liefert, wie dies Dawson¹⁾ bei der Beschreibung der canadischen Graphitlagerstätten annimmt. Ist man ja doch heute noch absolut nicht in der Lage, zu entscheiden, welche Beschaffenheit solche im Urgebirge eingelagerte Kalke besessen haben,

¹⁾ J. W. Dawson, Ueber den Graphit im Laurentian von Canada. Ref. Neues Jahrb. f. Miner. 1870, 1004.

bevor sie umwandelnden Einflüssen irgend welcher Art ausgesetzt waren, und es gehört heutzutage die Auffassung gerade dieser Vorkommnisse zu den am allermeisten umstrittenen. Es scheint mir allerdings bemerkenswerth, dass nicht nur die oben beschriebenen, sondern überhaupt die meisten körnigen Kalksteine die Eigenschaft haben, beim Lösen in Salzsäure eigenthümlich riechende Gase zu entwickeln, welche man im Allgemeinen mit Kohlenwasserstoffen identificirt, ohne allerdings irgend einen Beweis für eine derartige Annahme zu haben. Aber aus solchen Beobachtungen, welche noch recht wenig eingehend untersucht sind, darf man nicht ohne Weiteres Schlüsse ableiten, welche in ihren äussersten Consequenzen die gesammte Bildungsgeschichte der Erde modificiren müssten.

Jedenfalls aber treten sowohl die canadischen Graphitlagerstätten als auch diejenigen bei Kunstadt¹⁾ und Swojanow²⁾ an der böhmisch-mährischen Grenze besonders gerne zwischen körnigem Kalk und krystallinischen Schiefeln mannigfachster Art auf, und die Beschreibung der Art des Vorkommens derselben stimmt bis ins Detail mit den Verhältnissen bei Schwarzbach und Kruman.

Wenn wir nun noch einmal kurz die Beobachtungen recapituliren, welche uns die geologische und petrographische Untersuchung der Graphitlagerstätten des bayerisch-böhmischen Waldes ergab, so erscheint es zweckmässig, zunächst die Passauer Lagerstätten für sich zu betrachten, da hier die Erscheinungen in viel prägnanterer Weise hervortreten, als dies bei den böhmischen der Fall ist.

In dem System der Cordieritgneisse treten zumeist in nächster Nachbarschaft von anderen Einlagerungen zahlreiche, rasch sich auskeilende Linsen graphitreicher Gesteine auf, welche man nach ihrem makroskopischen Habitus und ihrer durch das Mikroskop enthüllten mineralischen Zusammensetzung als modificirte Gneisse ansehen muss, in welchen zum Theil der ursprüngliche Bestand derartiger Gesteine nur wenig verändert, zum Theil aber auch wieder vollständig zersetzt ist. Das Liegende derselben bilden seltener graphitarmer bis graphitfreie Gneisse, häufiger eigenthümlich beschaffene Syenite und körnige Kalke, welche beide gleichfalls hin und wieder einen untergeordneten Gehalt an Graphit aufweisen. Im Hangenden trifft man manchmal granitische Gesteine oder Plagioklasgesteine vom Typus der Vintlite und Bojite, welche im Gegensatz zu jenen niemals graphitführend sind. Die Syenite wie die Gneisse der Umgebung sind gewöhnlich weitgehend zersetzt und zu losen Aggregaten wasserhaltiger Mineralien umgewandelt, welche öfters durch Opal verhärtet sind, ohne dass der chemische Bestand dieser secundären Bildungen einen innigen Zusammenhang mit den ursprünglichen Mineralien dieser umgewandelten Gesteine verrathen würde. Die granitischen und die Plagioklasgesteine zeigen diese intensiven Zersetzungen nicht, und man beobachtet auch in vielen Fällen, dass diese letzteren Gesteine gangförmig durch die Graphitlinsen hindurchsetzen und dieselben oft unter bedeutender Schichtenschleifung verwerfen, während die Syenite nur als Lager auftreten.

Innerhalb der Graphitgneisse findet man in grosser Häufigkeit linsenförmige bis mehr kugelige, harte, graphitarmer Knauern von verschiedenen Dimensionen, welche sich als

¹⁾ E. Tietze, Ueber das Graphitvorkommen von Kunstadt in Mähren. Verh. k. k. geol. Reichsanst. 1873. 38.

²⁾ M. V. Lipold, Die Graphitlager nächst Swojanow in Böhmen. Jahrb. k. k. geol. Reichsanst. 13, 261.

glimmerarme Gneisse zu erkennen geben, und ähnliche Linsen trifft man auch im graphitfreien Gneissgebiete. Allenthalben sind dieselben frischer und meist auch grobkörniger als das umgebende glimmerreiche Gestein. In den eigentlichen Graphitgneissen hat der Graphit eine charakteristische Vertheilung: besonders auf den Spaltflächen des Glimmers, in welchen er sich gerne in paralleler Stellung einlagert, auf den Grenzen der übrigen Mineralkörner oder auf den durch den Gebirgsdruck hervorgebrachten Rissen hat sich das Mineral angesiedelt, nur selten findet man ihn als Einschluss in einem scheinbar unverletzten Bestandtheil des Gneisses und auch in solchen Fällen erscheint es, nach dem gewöhnlichen Auftreten zu urtheilen, zweifelhaft, ob der betreffende Durchschnitt nicht in anderen Richtungen einen Zugang geboten hat, als in denjenigen, welche gerade im Schlicke zur Beobachtung kommen. Ferner macht man durchgehends die Erfahrung, dass der Graphit innerhalb der Graphitgneisse selbst diejenigen Zwischenlagen bevorzugt, in welchen entweder Glimmerminerale in besonderer Menge vorhanden sind, oder eine besonders intensive Zermalmung der übrigen Gesteinselemente zu erkennen ist. Dann schmiegen sich die einheitlichen Graphitblättchen allen Biegungen des Glimmers ebenso an, wie den unregelmässig verlaufenden Grenzen zwischen Quarz und Feldspathkörnern oder den zackigen Torsionsrissen innerhalb der einzelnen Individuen dieser Mineralien.

Was aber meines Erachtens in ganz besonderem Maasse den in der ganzen Art und Weise seines Auftretens so deutlich hervorstechenden secundären Charakter des Graphites gegenüber dem Gneiss bezeichnet, das ist das Vorkommen von Gängen und Adern, welche mit krystallinischen Graphitaggregaten ausgekleidet sind, und die in der Nähe des Granites, welcher das Graphitgebiet umgrenzt, an mehreren Stellen aufgefunden wurden. Diese gangförmigen Vorkommnisse zusammengenommen mit den sonstigen Erscheinungen, welche das Auftreten des Graphites in diesen Gesteinen bietet, beweisen mit Sicherheit, dass das Mineral erst durch spätere Processe in die Gesteine gelangt ist, in welchen es sich heute vorfindet.

Man beobachtet ferner in der Zahl der vorkommenden Linsen, in der Reichhaltigkeit der Einlagerungen und in der Grösse der einzelnen Graphitindividuen einen deutlichen Zusammenhang mit der Entfernung von jenem Granit. Je weiter man sich von demselben entfernt, desto unbedeutender und desto feinschuppiger werden die Graphiteinlagerungen. Man wird daher mit dem Auftreten des granitischen Gesteins die Entstehung der Graphitlagerstätten in Verbindung bringen müssen, zumal da auf der anderen Seite desselben Massivs die böhmischen Lagerstätten von Graphit sich anschliessen. Die Wirkung dieser granitischen Intrusionen kommt auch in der Beschaffenheit der körnigen Kalke zum Ausdruck, welche hier wie dort ganz besonders charakteristische Mineralien der Contactmetamorphose führen.

Wenn man so die Art des Vorkommens des Graphites und die dabei hervortretenden Erscheinungen in ihrer Gesammtheit betrachtet, so ergibt sich folgendes Bild: Die in ihrer Zusammensetzung und Structur äusserst wenig gleichmässigen Gesteine, welche uns heute als Cordieritgneisse vorliegen, nebst ihren Kalkeinlagerungen, wurden von Faltungen betroffen, welche die Gesteine in intensiver Weise zermalmten und zusammenbogen, wobei an den Grenzen verschiedenartiger Gesteine, z. B. an den Grenzen zwischen Gneiss und Kalk, schwächere Stellen oder klaffende Risse entstanden, hervorgebracht durch den sehr ungleichen Widerstand, welchen die beiden aneinandergelagerten Gesteine der Umbiegung

entgegengesetzten. Hier drangen die syenitischen Massen ein und legten sich als Lager zwischen Gneiss und Kalk.

Als später die grossen Granitmassive, welche das Gebiet umgrenzen, emporgepresst wurden, war zunächst wohl eine allgemeine contactmetamorphische Beeinflussung der Nebengesteine die Folge, welche uns am besten in den Kalken entgegentritt. Aber mit oder jedenfalls im nächsten Gefolge der Granitintrusion setzten, von dieser ausgehend, Prozesse ein, durch welche der Graphit den Gesteinen zugeführt wurde, und welche, wie alle Erscheinungen beweisen, auch sonst in ungewöhnlichem Maasse zerstörend auf die vorher vorhandenen Gesteine einwirkten. Und dass derartige Prozesse wiederum mit besonderer Vorliebe auf den vorher geöffneten Wegen sich abspielten, ist eine Erscheinung, für welche in den verschiedensten Gebieten die typischsten Beispiele zu finden sind. Doch waren die Gesteine nicht gleichmässig den graphitbildenden Agentien zugänglich; glimmerreiche Linsen wurden in hohem Maasse graphitführend, glimmerarme erwiesen sich als widerstandsfähig gegen die Aufnahme, wenn sie nicht durch die vorhergegangene Faltung in ihrem Gefüge gelockert waren, und es entstanden so die für das Vorkommniss so charakteristischen Linsenzüge.

Aber gleichzeitig, wenn auch nicht in allen Fällen an die Entstehung des Graphites gebunden, spielten sich grossartige Umwandlungsprocesse in denselben Gesteinen ab, welche unter bedeutender Substanzzufuhr einestheils und Wegführung des Gelösten andererseits an Stelle der präexistirenden, an Alkalifeldspäthen, Quarz etc. reichen Syenite und Gneisse Aggregate von Kaolin, Nontronit, Batavit, Opal und Mog hervorbrachten, und durch diese Auflockerungsprocesse, welche aber gleichfalls nur die weniger compacten Gesteine in höherem Maasse afficirten, wurde an vielen Stellen der Graphitbildung ein neuer Weg gebahnt. Wir finden daher den Graphit auch ausserhalb der eigentlichen Linsen in den betreffenden Umwandlungsproducten als constanten Gemengtheil wieder. Seltener, aber doch auch in zahlreichen Fällen, beobachtet man, dass der Graphit auch in die frischen Gesteine eindringt, so wird man allein den Graphitgehalt der Kalke und die Einschlüsse von Graphit in dem Feldspath verhältnissmässig frischer Syenite, in den verschiedenen Gemengtheilen wenig veränderter Gneisse auffassen müssen.

Alle diese grossartigen Processe müssen sich in rascher Folge der Intrusion des benachbarten Granitmassivs angeschlossen haben, denn die letzten Actionen dieser vulkanischen Thätigkeit fanden die Lagerstätten in dem Zustand vor, in welchem sie heute sich befinden. Die letzten Ausläufer der granitischen Intrusion, die Aplite vor allem, erweisen sich diesen Processen gegenüber als jüngere Bildungen, sie setzen auf Verwerfungs-klüften quer durch die fertigen Graphitlinsen hindurch und zeigen niemals die Erscheinungen der Zersetzung und des Eindringens von Graphit, welche die älteren Gesteine charakterisiren.

Den Schluss bilden die Plagioklasgesteine, welche wie die granitischen Aplite von den graphitbildenden Processen in keiner Weise beeinflusst sind, und bei deren Entstehung auch die dynamischen Wirkungen der Gebirgsfaltung so gut wie abgeschlossen waren. Sie übten in der Weise einen Einfluss auf das Nebengestein aus, dass sie dasselbe mit Kies imprägnirten, dessen Auftreten in den Graphitschiefern an diese Gesteine gebunden ist; das Vorkommen von Pyrit auf feinen Adern zwischen den Gemengtheilen der granitischen und aplitischen Gesteine ist ein fernerer Beweis dafür, dass diese kiesbringenden Plagioklasgesteine thatsächlich die jüngsten Gebilde sind, welche man hier beobachtet.

Wenn man mit diesen Beobachtungen im Passauer Gebiete die Erscheinungen im Districte von Schwarzbach-Krumau vergleicht, so findet man neben manchem Unterscheidenden grosse Aehnlichkeit in den Grundzügen. Die graphitführenden Gesteine dieses Gebietes haben nicht mehr die Beschaffenheit eigentlicher Gneisse, es sind vielmehr theils lockere Aggregate, theils ganz dichte Graphitschiefer, in welchen nur wenige Reste den ursprünglichen Mineralbestand andeuten, während in der Hauptsache die ursprünglichen Gemengtheile umgewandelt, die ursprüngliche Structur verdeckt ist. Dazu kommt, dass der Graphit hier nur selten die schuppige Beschaffenheit des Passauer Graphites hat, sondern vielmehr makroskopisch dicht erscheint. Auch die Art des Vorkommens ist eine andere, an Stelle der rasch auskeilenden Linsen sind aushaltende Lager von recht gleichmässiger Beschaffenheit getreten, aber man findet auch hier wieder graphitarmer bis graphitfreie Einlagerungen in denselben. Und wenn man aufmerksam in besonders günstigen Schlifften die Art der Vertheilung des Graphites beobachtet, so sieht man, dass in Gesteinen, in welchen der ursprüngliche Gneisscharakter noch einigermaassen erhalten ist, auch ausserordentlich ähnliche Verhältnisse sich einstellen, wie in den Vorkommnissen aus der Umgebung von Passau. Man sieht dann auch hier den Graphit auf den Spaltflächen des Glimmers und in allen Ritzen und Fugen des Gesteines abgelagert.

In der weitgehenden Zersetzung des umgebenden, in seiner ganzen Zusammensetzung viel gleichmässigeren Gneisses, welcher dann auch in geringem Maasse graphitführend wird, in den zwar selteneren Vorkommnissen von Kaolin, Nontronit, Batavit, Opal und Mog sind weitere Analogieen zwischen beiden Lagerstätten vorhanden, und endlich findet man auch hier das Zusammenvorkommen der Graphitschiefer mit graphitführenden, contact-metamorphischen Kalken.

Auch Massengesteine, welche sich als jüngere Bildungen charakterisiren, trifft man hier in Begleitung des Graphites, vor allem granitische Typen, Lamprophyr und Aplit, die auch hier durch ihre völlige Frische und durch das Fehlen des Graphites ausgezeichnet sind. Imprägnationen mit Kies, welche jünger sind als diese, finden sich sowohl in den Graphitschiefern, wie in den granitischen Gesteinen, nur tritt der directe Zusammenhang mit Plagioklasgesteinen hier nicht so deutlich zu Tage, wie im Passauer Gebiete.

Es handelt sich bei diesen beiden Formen von Lagerstätten unzweifelhaft um durchaus analoge Bildungen und der Unterschied besteht in der Hauptsache nur darin, dass in den Passauer Lagerstätten die Verhältnisse klar zu Tage liegen, während in den böhmischen Vorkommnissen alles viel undeutlicher und der Erklärung weniger zugänglich ist. Aber dieselben Resultate, zu welchen die eingehende Untersuchung jener Vorkommnisse führte, liefern auch die Erklärung des im böhmischen Gebiete Beobachteten. Hier wie dort beobachtet man unter bald stärkerer, bald weniger starker, aber stets eigenartiger Zersetzung des Nebengesteins eine mit vulcanischen Processen in Verbindung zu bringende secundäre Zuführung des Graphites in mehr oder weniger gleichmässig beschaffene Gneisse; im Passauer Gebiet in der näheren Nachbarschaft des Granitmassivs findet man grobschuppigen Graphit auf Gängen und noch ziemlich grobschuppigen in dem umgewandelten Gneiss selbst, im böhmischen Bezirk dagegen, wo die Entfernung vom Granit grösser ist, in den näher gelegenen Theilen noch einzelne feinschuppige Varietäten neben ganz dichten und endlich in den entferntesten weitaus vorherrschend die dichten Vorkommnisse.

Welcher Art aber waren die Prozesse, welche hier zur Ablagerung so

enormer Massen von Graphit Anlass gegeben haben? Diese Frage ist schon deshalb nicht leicht zu lösen, weil die bei technischen Processen, welche in grösserer Menge Graphit liefern, vor sich gehende Bildungsweise dieser Substanz zum Theil zu wenig eingehend untersucht ist, zum andern Theil aber überhaupt nicht in Frage kommen kann.

Emanationen von Kohlenwasserstoffen der Fettreihe wie der aromatischen Reihe werden zur Erklärung derartiger Gebilde am häufigsten herangezogen, aber alle Erscheinungen beweisen, dass gerade diese Gruppen von Kohlenstoffverbindungen¹⁾ besonders schwierig in den elementaren, krystallisirten Zustand überzuführen sind, wie schon die Erfahrung der Gasfabrication lehrt, bei welcher die Zersetzung dieser Verbindungen in hoher Temperatur nicht zur Bildung von Graphit, sondern vielmehr zu der sogenannten Retortenkohle, fälschlich wohl auch Retortengraphit genannt, führt. Die gewöhnliche Retortenkohle hat ja gewisse Eigenschaften, den metallartigen Glanz, die hohe Leitungsfähigkeit für Electricität, schwere Verbrennbarkeit etc. mit dem Graphit gemeinsam, unterscheidet sich von demselben aber in bezeichnender Weise durch ihre bedeutende Härte, welche sie nicht etwa Beimengungen verdankt, durch ihre Structur und namentlich durch die Eigenschaft, dass sie mit Salpetersäure und chlorsaurem Kali behandelt keine Graphitsäure liefert, sondern sich vielmehr zu einer braunen Flüssigkeit auflöst, genau in derselben Weise wie dies mit den Cokes der Fall ist.

Dazu kommt noch, dass man in den hier untersuchten Lagerstätten überall Neubildungen neben dem Graphit beobachtet, welche auf sehr energische Oxydationen, nicht auf Reductionen hinweisen, wie sie doch bei der Zersetzung der Kohlenwasserstoffe hätten in höchstem Maasse eintreten müssen. Die Vorkommnisse von Nontronit und Mog, in welchen die leichtreducirbaren Elemente, Eisen und Mangan, ausschliesslich in ihren höheren Oxydationsstufen vorhanden sind, und welche nach allen Erscheinungen mit dem Graphit durchaus gleichzeitig gebildet wurden, sprechen am allermeisten gegen die Entstehung des Graphites durch Zersetzung von Kohlenwasserstoffen, selbst wenn diese Art der Bildung auf experimentellem Wege wahrscheinlich gemacht werden könnte.

An eine Auskrystallisation des Graphites aus einem geschmolzenen Magma irgend welcher Art ist gleichfalls nicht zu denken.

Gegen diese Ansicht sprechen alle Verhältnisse, welche in der Natur beobachtet werden konnten, gegen sie spricht vor allem die Art des Auftretens des Graphites in den graphitführenden Gesteinen selbst.

Dass dagegen eine Gruppe flüchtiger Kohlenstoffverbindungen mit besonderer Leichtigkeit zur Graphitbildung führt, beweisen eine Anzahl von Erscheinungen, welche gleichfalls bei technischen Processen auftreten. Beim Eindampfen der Ferrocyanatrium enthaltenden Rückstände gewisser Sodaprocesse tritt plötzlich unter Aufschäumen der Masse oberflächlich eine lebhaft Graphitbildung ein, welche man, wohl mit Recht, auf eine Zersetzung der

¹⁾ Während der Correctur dieser Abhandlung erfuhr ich von einem neuen patentirten Verfahren zur künstlichen Darstellung von Graphit durch Zersetzung von Acetylen mittelst Wasserstoffsperoxyd. Eine analoge Entstehung des Graphites in der Natur ist an sich nicht als absolut unmöglich zu bezeichnen: das Vorhandensein so gewaltiger Mengen stark oxydirender Gase lässt die Wahrscheinlichkeit derselben allerdings als eine ziemlich geringe erscheinen. Besonders bezeichnend ist, dass sich der Graphit auch in diesem Falle ebenso wie in den oben zu besprechenden aus einer ungesättigten Kohlenstoffverbindung $C_2 H_2$ bildet.

Cyanverbindung durch den Sauerstoff der Luft zurückführt. Und auf eine ganz ähnliche Entstehung des Graphites durch Zersetzung von Cyanverbindungen weist die Art des Auftretens desselben in gewissen „Eisensauen“ hin.

Ein besonders überzeugendes Beispiel dieser Art liegt mir aus dem Hüttenwerk Schussenried in Württemberg vor, welches ich der Freundlichkeit des derzeitigen Verwalters Herrn Eduard Lerch verdanke, und das in der Hauptsache aus einem Gemenge von Stickstoffcyantitan mit Graphit besteht. Und zwar ist hier die Menge des ausserordentlich grossblättrigen Graphites eine derartige, dass an eine Auskrystallisation desselben etwa aus dem geschmolzenen Stickstoffcyantitan oder aus dem wenigen beigemengten Roh-eisen nicht gedacht werden kann, sondern vielmehr alle Umstände auf eine andere Bildungsart hinweisen. Dass dabei gas- und dampfförmige Exhalationen mitgespielt haben, zeigen die zahlreichen Hohlräume, in welchen hin und wieder neben und auf kleinen Würfeln von Stickstoffcyantitan kleine, merkwürdiger Weise pyramidal ausgebildete Krystalle von Graphit frei aufsitzen, wie auch die grösseren Tafeln von Graphit gegen derartige Hohlräume hin auf den Basisflächen stets zahlreiche, aber kleine, höckerartige Fortwachsungen von pyramidalem Habitus zeigen.

Das Zusammenvorkommen von Rutil mit dem Graphit, welches allenthalben beobachtet wurde, macht eine analoge Erklärung der Entstehung der Graphitlagerstätten nicht gerade unwahrscheinlich, zumal da bei einer derartigen Umsetzung keine Agentien sich bilden, welche, wie die mineralbildenden Factoren anderer vulcanischer Processe, wie Fluor, Chlor, Phosphorsäure zur Bildung von Begleitmineralien hätten Anlass geben müssen, in welchen wir heute noch ihre Spur verfolgen könnten; und derartige Mineralien, in welchen uns die Ursachen der Zersetzung und Umbildung der Gesteinscomplexe aufbewahrt wären, fehlen in der Umgebung der Graphitlagerstätten thatsächlich vollkommen. Aber es erscheint doch recht schwierig bei der Annahme von Exhalationen von Cyanverbindungen sich die weitgehenden Zersetzungen zu erklären, welche die Graphitlagerstätten allenthalben begleiten, und vor allem einen einigermaassen befriedigenden Aufschluss zu geben über die hohe Oxydationsstufe von Eisen und Mangan. Die Zersetzung der Cyanverbindungen selbst liefert natürlich solche Agentien nicht.

Dagegen ist es eine andere Kohlenstoffverbindung, welche gleichfalls bei verhältnissmässig niedriger Temperatur Graphit zu bilden im Stande ist, und welche einestheils bei vulcanischen Processen öfters nachgewiesen wurde, andertheils bei ihrer Zersetzung Sauerstoff abgibt. Es ist dies das Kohlenoxyd, welches, wie Gruner¹⁾ schon 1869 nachgewiesen hat, bei ca. 300° über Eisenerze geleitet, zur Bildung von Graphit Anlass gibt.

Diese interessante Reaction ist seither nicht weiter verfolgt worden; wenn man aber im Zusammenhang mit dieser Notiz die eigenthümlichen Verbindungen des Kohlenoxyds mit den Metallen, die sogenannten Metallcarbonyle, betrachtet, so findet man, trotz unserer heute noch recht mangelhaften Kenntniss dieser Verbindungen, einen Weg, welcher die hauptsächlichsten, im Graphitgebiet beobachteten Erscheinungen einer Deutung näher rückt.

Die Erscheinung, dass die Graphitbildung fast allenthalben von so wasserreichen Mineralien, wie es Kaolin, Nontronit, Batavit etc. sind, begleitet wird, macht eine allzuhohe Temperatur bei der Entstehung derselben nicht gerade wahrscheinlich, wenn auch

¹⁾ Vgl. Compt. rend. 73, 28.

die feste Bindung, in welcher das Wasser in denselben vorhanden ist, und die leicht Temperaturen über 300° erträgt, uns nicht auf die allerniedersten Wärmegrade beschränkt. So brauchen wir auch zur Bildung von Graphit durch Zersetzung von Kohlenoxyd und von Carbonylen, wie schon der Gruner'sche Versuch beweist, keine allzuhohe Temperatur anzunehmen.

Das Vorhandensein grossartiger Oxydationsvorgänge wird bei der Umbildung von Kohlenoxyd in Graphit durch die enormen Mengen frei werdenden Sauerstoffes leicht erklärt, und auch die Umwandlung feldspathreicher Syenite und Gneisse in Aggregate von Eisenoxyd- und Mangansuperoxyd-Silicaten lässt sich am besten auf das Eindringen dieser Metalle in Form der flüchtigen Carbonyle zurückführen, wobei gleichzeitig die bei all diesen Umsetzungen als Nebenproduct auftretende Kohlensäure die Auflockerung und Zersetzung des Nebengesteins in Gemeinschaft mit überhitztem Wasser veranlasste.

Die Bildung der Graphitlagerstätten im bayerisch-böhmischen Grenzgebirge ist daher am wahrscheinlichsten auf gasförmige Exhalationen von nicht allzuhoher Temperatur zurückzuführen, welche vermuthlich von dem an der bayerisch-österreichischen Grenze selbst anstehenden Granitmassiv ausgegangen sind. Diese Exhalationen, in welchen vermuthlich Kohlenoxyd neben Kohlenoxydverbindungen von Eisen und Mangan, ferner Cyanverbindungen von Titan, Kohlensäure und Wasser die Hauptbestandtheile ausmachten, durchdrangen das Nebengestein, indem sie vor allem die natürlichen Wege benützten und an solchen Stellen ihre Thätigkeit ausübten, wo an der Grenze verschieden biegsamer Gesteine in Folge der Gebirgsfaltung schwache Stellen entstanden waren.

In diesen nun wurden am meisten wieder solche Parteen angegriffen, in welchen entweder sich Mineralien mit sehr vollkommener Spaltbarkeit fanden oder eine starke Zertrümmerung in Folge des Gebirgsdruckes vorhanden war. Dort vollzog sich die Ablagerung des Graphites durch Zersetzung des Kohlenoxyds zum Theil unter starker Umwandlung und Hydratisirung des Nebengesteins durch die beigemengten Agentien, vor allem Kohlensäure und Wasser, zum Theil unter Zufuhr grosser Mengen von Eisen und Manganoxyden durch die Carbonyle, stets aber begleitet von Oxydationsvorgängen und von der Bildung geringer Mengen von Rutil, welche letzterer vielleicht auf beigemengte Dämpfe von Cyanverbindungen hinweist. Jedenfalls aber ist bei all diesen Processen die Mitwirkung organischer Substanz ausgeschlossen, sei es, dass man dieselbe als ursprünglichen Gemengtheil des Gesteins ansehen möchte, sei es, dass man sie nach Art des Petroleums oder Asphaltens secundär auf Klüften dem Gestein zugeführt denkt.

München, Mineralogisches Institut der Universität, April 1897.

Tafel-Erklärung.

Tafel I.

Fig. 1. Graphitgneiss Pelzöd. Normales Vorkommen von eigentlichem Graphit in einem glimmerreichen Gestein. Die einzelnen Blättchen sind zwischen den Lamellen von Glimmer „aufgeblättert“. Bläht sich mit Salpetersäure erhitzt auf. Vergrößerung 60.

Fig. 2. Graphitschiefer Schwarzbach. Normales Vorkommen von Graphitit. Kleine, compacte, auch im Querschnitt rundliche Krystalle, welche nicht aufgeblättert sind. Nicht aufblähend. Vergrößerung 60.

Fig. 3. Graphitschiefer Krumau. Graphitit und Graphit zusammen vorkommend. Vorherrschend sind die compacten Krystalle, vereinzelt finden sich dünntafelige, welche hin und wieder aufgeblättert sind. Mit Salpetersäure erhitzt liefern diese Vorkommnisse einzelne Aufblähungsformen. Vergrößerung 110.

Fig. 4. Graphitgneiss Oberötzdorf. Die dünnen Graphitlamellen haben sich auf den Grenzen der ursprünglichen Gesteinsgemengtheile abgelagert und schmiegen sich den Unebenheiten derselben an. Nur selten sieht man sie scheinbar in die farblosen Bestandtheile hineindringen. Besonders deutlich ist hier die Erscheinung, dass die Graphitlamellen in ihrer ganzen Erstreckung etwas zerfetzte Contouren haben, was auf das Schmieren des Graphites beim Schleifen zurückgeführt werden muss. Vergrößerung 35.

Fig. 5. Graphitgneiss Oberötzdorf. Der Graphit hat sich zum Theil auf den Grenzen der übrigen Gesteinsbestandtheile, theils auf den Spaltfugen des Biotits abgelagert. Vergrößerung 35.

Fig. 6. Contactkalk Schwarzbach. In einem grösseren Faseraggregate von normalem Chrysotil beobachtet man namentlich von Querklüften ausgehend schwarze, unscharf begrenzte Parteen, welche dem vollkommen absorbirenden Serpentinmineral angehören. Die Schwingungsrichtung des Polarisators ist bei der in der Abbildung gewählten Stellung parallel zur Faserrichtung. Vergrößerung 30.

Tafel II.

Fig. 1. Graphitgneiss Diendorf. Die einheitliche weisse Partie stellt den Rest eines Plagioklas-kornes dar, welches randlich in ein grobschuppiges Glimmeraggregat aufgelöst ist. Zwischen dem Umwandlungsproduct und dem frischen Feldspath hat sich eine — im Bilde als scharfer, schwarzer Saum erscheinende — Schale von Pyrit abgelagert. Vergrößerung 60.

Fig. 2. Glimmerschiefer Oberötzdorf. Feine, schwarze Linien umziehen die Contouren des Quarzes; dieselben entsprechen dünnen Lagen von Pyrit. Vergrößerung 30.

Fig. 3. Graphitgneiss Diendorf. Feine Schnüre von Opal durchziehen ein Feldspathkorn. Vergrößerung 50.

Fig. 4. Granit Oberötzdorf. Ein Blättchen von Biotit, in welchem von Torsionsrissen aus die Umwandlung in den im Bilde licht erscheinenden Chlorit erfolgte. Gleichzeitig lagern sich daselbst, ebenso wie am Rande körnige Aggregate von Titanit ab, die in Folge ihrer hohen Lichtbrechung in der Abbildung dunkel sind. Vergrößerung 30.

Fig. 5. Contactkalk Hinterwiese bei Pfaffenreuth. Nicols +. Pseudophit nach Diallag. Von der Absonderung des ursprünglichen Diallags aus ist die Umwandlung vor sich gegangen, indem sich die Chloritschuppen senkrecht zu derselben anlagerten. In scharfen Linien, welche die Pseudomorphose durchsetzen, sieht man die ursprünglichen Absonderungsrisse erhalten. Vergrößerung 70.

Fig. 6. Contactkalk ebendaher. Nicols +. Aderwerk von parallelfasrigem, stärker doppelbrechendem Chrysotil durchsetzen ein wirrschuppiges Aggregat von Pseudophit. Vergrößerung 70.

Fig. 1.



Fig. 2.

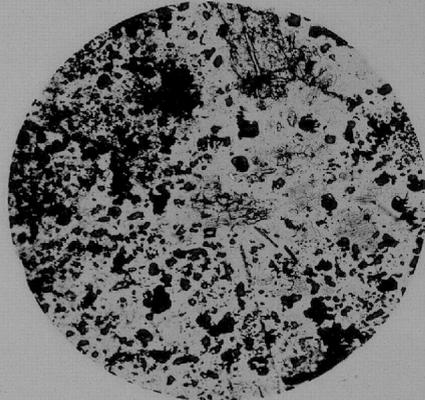


Fig. 3.

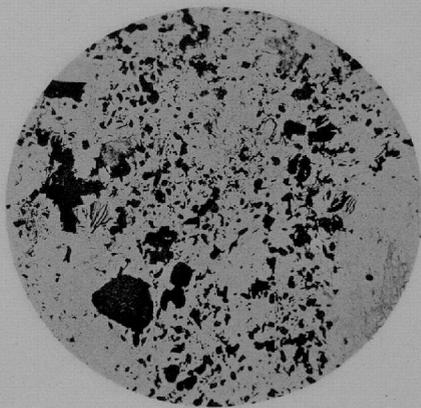


Fig. 4.



Fig. 5.

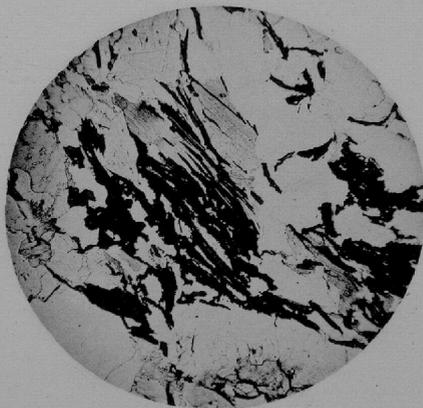


Fig. 6.





Fig. 1.

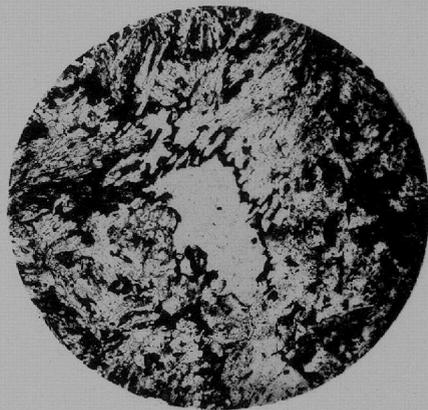


Fig. 2.

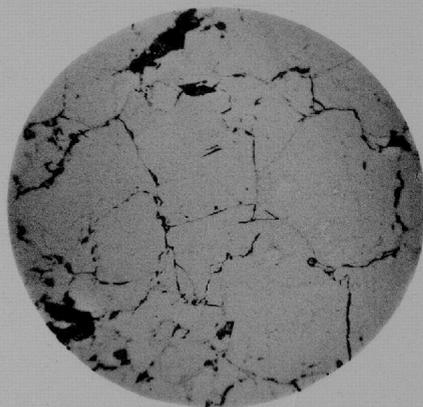


Fig. 3.

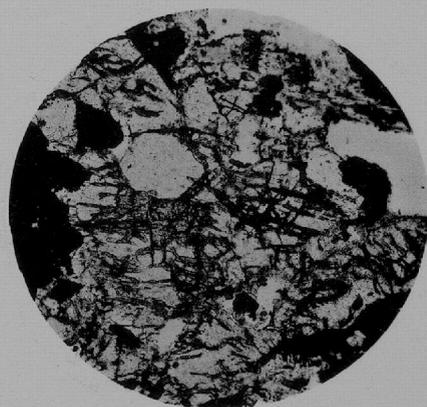


Fig. 4.

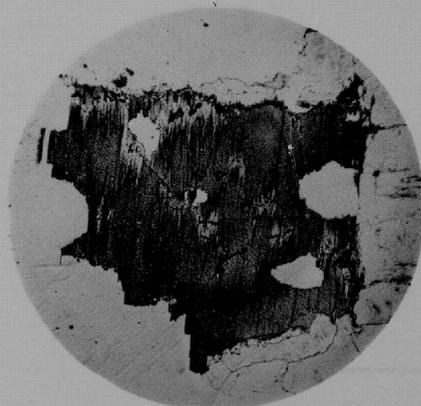


Fig. 5.



Fig. 6.

