

Der Metamorphismus der obersteirischen Graphitlager.

Von
R. Hoernes.

Am 24. März 1900 hielt ich in der Monatsversammlung des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark einen Vortrag über Gesteinsmetamorphose, in welchem ich an der Hand zahlreicher Beispiele bemüht war, die verschiedenen Arten der Gesteinsumbildung zu erörtern. Sowohl der Umstand, dass es an solcher Stelle geboten schien, Verhältnisse der engeren Heimat zum Ausgangspunkt der Besprechung zu machen, als auch jener, dass die obersteirischen Graphitlager schon vor längerer Zeit als Resultat der Dynamometamorphose hingestellt wurden, während man kürzlich den Nachweis ihrer contact metamorphen Natur erbringen zu können glaubte, war für mich die Veranlassung, die Entstehung dieser Graphitlager in den Bereich meiner Erörterungen zu ziehen und, wie ich gleich hier bemerken will, zu Gunsten der älteren Auffassung einzutreten.

Selbstverständlich konnte ich in jenem Vortrage die Argumente, welche mich zu dieser Stellungnahme bewogen, nur aphoristisch andeuten und fühle mich daher verpflichtet, dieselben hier etwas ausführlicher darzulegen.

Dass die obersteirischen Graphitlager metamorphe Kohlenflötze sind, steht nach der Entdeckung deutlicher Pflanzenreste, welche seinerzeit von dem Bergbeamten F. Jenuß bei einem Versuchsbaue im Pressnitzgraben unterhalb der Wurm-alpe gefunden wurden, außer Zweifel. Der um die geologische Kenntnis der Steiermark so hochverdiente D. Stur hat die Bedeutung dieser Pflanzenreste in seiner Abhandlung: „Funde von untercarbonischen Pflanzen der Schatzlarer Schichten am Nordrande der Centralkette in den nordöstlichen Alpen“, Jahr-

buch der k. k. geolog. Reichs.-A., 33. Bd., Wien 1883, pag. 189, entsprechend hervorgehoben.¹

Stur bestimmte die von Jenull entdeckte fossile Flora des Pressnitzgrabens, welche, trotzdem die Graphitschieferplatten ganz voll von Pflanzenresten sind, nur aus wenigen Arten besteht, in folgender Weise:

Calamites ramosus Artis.

Pecopteris lonchitica Bgt.

Pecopteris cf. *Mantelli* Bgt.

Lepidodendron Phlegmaria St.

Sigillaria cf. *Horovskyi* Stur.

Alle stimmen nach Stur recht gut mit den außer den Alpen nur in den Schatzlarer Schichten auftretenden gleichnamigen Arten, so dass kein Zweifel darüber übrigbleiben könne, dass in dem Graphitschiefer der Wurmalpe bei Kaisersberg ein Repräsentant der Schatzlarer Schichten im Alpengebiet vorliege. Stur erörtert nicht bloß eingehend die Schichtfolge in der Umgebung von Kaisersberg (vergl. insbesondere das von ihm mitgetheilte Profil loc. cit. pag. 191), sondern er bespricht auch die weitere Verbreitung der durch Graphitschiefer und Graphitvorkommnisse ausgezeichneten Schichtreihe in Obersteiermark, wobei er zunächst darauf hinweist, dass diese Schichtreihe von Rottenmann an durch die Niederung der Palten und Liesing bis St. Michael und von da nordöstlich durch die Niederung der Mur über Leoben bis Bruck a. d. Mur ununterbrochen zu verfolgen sei. Sodann macht Stur auf die wahrscheinliche Fortsetzung dieses sich bei Bruck a. d. Mur spaltenden Zuges in der nordöstlichen Steiermark und insbesondere auf die von Professor Tschermak im Semmeringgebiet gesammelten Gesteine und den von Professor Tonla bei Klamm gemachten Fund von carbonischen Pflanzenresten aufmerksam.

Die Flora von Klamm ist so wie jene der Wurmalpe arm an Arten; sie enthält:

¹ Vergleiche hierüber auch: Albert Miller R. v. Hauenfels, „Über einen neuen Petrefactenfund in Obersteier“, diese Mittheilungen, Jahrgang 1883, Graz 1884, pag. CVI.

Calamites Sukowii Bgt.
 Neuropteris gigantea St.
 Lepidodendron cf. Goepperti Pressl.
 Sigillaria sp.

Die drei erstgenannten Arten repräsentieren nach Stur ganz entschieden die Carbonflora der Schatzlarer Schichten. „Um das Maß ganz voll zu machen,“ — bemerkt Stur — „hat Herr Professor Tonla westlich vor dem Pflanzenfundorte, und zwar nordöstlich unweit der Station Breitenstein, Graphit und Graphitschiefer gefunden ganz von der gleichen Beschaffenheit, wie solche bei Kaisersberg auftreten.“

Stur fasst die Ergebnisse seiner Betrachtung über das örtliche Auftreten des Graphit führenden Schiefercomplexes in Obersteiermark bis ins niederösterreichische Semmeringgebiet mit folgenden Worten zusammen:

„Wir haben also in der Niederung des Semmeringpasses auf der Linie Payerbach-Klamm sowohl nach der Beschaffenheit der Gesteine, als auch nach den Einschlüssen an Graphit und Carbonpflanzen der Schatzlarer Schichten eine mit der Schichtenreihe an der Wurmalpe bei Kaisersberg vollkommen idente Bildung hier vor uns, nämlich das nordöstlichste Ende eines Zuges, den wir von da über den Semmering nach Veitsch, Katharein und Bruck a. d. Mur, ferner dann nach Leoben und St. Michael, vom Kaisersberg über Mautern, Kalwang, Wald, Dietmannsdorf bis St. Lorenzen und Rottenmann ununterbrochen verfolgen können. Dieser Gesteinszug, der auf unseren Karten, je nach der Ansicht der betreffenden Geologen, bald als silurisch, bald als krystallinisch verzeichnet erscheint, enthält durchwegs dieselben krystallinischen Schiefer und Gesteine: grüne Chloritschiefer, graue Thonglimmerschiefer, Graphitschiefer, körnige Kalke und Dolomite und Phyllitgneise. In den Graphitschiefern sind zahlreiche Einlagerungen von Graphit und vorläufig an zwei Stellen bei Klamm und an der Wurmalpe reichlich vorkommende Carbonpflanzen bekannt, die das Alter dieses, den Nordrand der Centralkette in den nordöstlichen Alpen repräsentierenden Gesteinszuges dahin feststellen, dass derselbe ein Aequivalent der Schatzlarer Schichten bilde, also die Ablagerungszeit des Untercarbons repräsentiere“ (loc. cit. pag. 198).

Diese den Thatsachen vollkommen entsprechende Darlegung wird jeder zu berücksichtigen haben, der sich mit der Frage der Entstehung und Umbildung der in diesem Schichtencomplex auftretenden Graphitflötze beschäftigen will. Wir werden später sehen, dass die Hypothese von der contactmetamorphen Natur der obersteirischen Graphite sich schlechterdings schon mit den Thatsachen der Verbreitung derselben nicht in Einklang bringen lässt. Dass hingegen ein Metamorphismus dieser Bildungen durch andere Factoren bedingt wurde, hat Stur durch schlagende Beweisgründe nachgewiesen, deren Widerlegung unbedingt nöthig wäre, wenn jene Hypothese von der contactmetamorphen Beschaffenheit unserer Graphite zur Geltung gebracht werden sollte.

Stur hat den Nachweis einer mechanischen Metamorphose nicht nur der eingelagerten phytogenen Substanzen, sondern auch der diese umschließenden Gesteine zunächst an der Hand einer genauen Untersuchung der Pflanzenreste selbst erbracht. Ohne auf die ausführliche, von ihm loc. cit. pag. 200—203 gegebene Schilderung der Umformung dieser Pflanzenreste bis ins Detail einzugehen, seien hier nur einige Sätze hervorgehoben: „Die alpinen Steinkohlenpflanzen sind gewiss gleichgestaltet mit den außeralpinen in das betreffende alpine Lager gelangt und die Gestaltsveränderung ist dort nach ihrer Einlagerung erfolgt. Die Ursache dieser Gestaltsveränderung ermittelt der Beobachter bei Betrachtung der Pflanzenreste sehr bald. Es kann nur die Streckung oder Stauung der Gesteine dieselbe hervorgebracht haben. Alle jene Blättchen, deren Mittellinie genau in der Richtung der Streckung des Gesteins lagen, sind eben durch diesen Vorgang der Länge nach gestreckt worden, wurden dabei länger und schmaler. Dagegen jene Blättchen, deren Mittellinie zufällig senkrecht auf die Richtung der Streckung des Gesteines gestellt war, sind durch diesen Vorgang in die Breite gezogen worden und wurden dabei kürzer und breiter“ (loc. cit. pag. 201). — „Die Veränderung des Abdruckes der ursprünglichen Gestalt der Pflanze im alpinen Gesteine, respective die Verzerrung desselben ohne die geringste Spur einer Zerreißen, überhaupt Zerstörung, setzt voraus: einen unendlich langsamen gleich-

mäßigen mechanischen Vorgang, eine vollkommen continuierlich erfolgte Streckung des Gesteines. Diese Streckung des Gesteines, die unabweislich gefordert werden muss, erfordert ebenso unabweislich eine möglichst vollkommene Plasticität desselben, die die langsamste, zugleich freieste, ungehindertste Bewegung aller, auch der kleinsten Theile wie der ganzen Masse erlaubte“ (loc. cit. pag. 202).

Sehr eingehend hat sich im Anschlusse an die Stur'sche Untersuchung Heinrich Baron v. Foullon mit dem Studium der Gesteine beschäftigt, welche in der Umgebung der obersteirischen Graphitlager auftreten. Er hat die Resultate seiner Untersuchung in einer Abhandlung niedergelegt, welche den Titel führt: „Über die petrographische Beschaffenheit der krystallinischen Schiefer der untercarbonischen Schichten und einiger älterer Gesteine aus der Gegend von Kaisersberg bei St. Michael ob Leoben und krystallinischer Schiefer aus dem Palten- und oberen Ennsthale in Obersteiermark.“ Jahrbuch d. k. k. geolog. Reichsanst. 1883, 33. Bd., pag. 207. Foullon erörtert zunächst die Gesteine des Profils der Wurmälpe, dann Gesteine aus dem Palten- und oberen Ennsthal. Was nun das uns besonders interessierende Profil anlangt, so werden von Foullon die in demselben auftretenden Gesteine theils als solche des älteren krystallinischen Gebirges, und zwar als Gneise bezeichnet, theils als umgewandelte Gesteine der Carbonformation geschildert. Der letzteren Gruppe gehören die von Foullon als Phyllitgneis (früher von A. Miller v. Hauenfels als „Weißstein“, von Seeland als „Granulit“ angesprochen), als „Chloritoidschiefer“ und als „Graphitische Glimmer-Chloritoidschiefer (Graphitschiefer)“ bezeichneten Gesteine an, während die Gesteine aus dem Palten- und oberen Ennsthale in zwei Reihen: „chloritoidführende“ und „chloritoidfreie Gesteine“ getrennt werden. Die Gesteine der ersteren Reihe gleichen mehr minder den aus dem Profile der Wurmälpe geschilderten umgewandelten carbonischen Gesteinen; die chloritoidfreien Gesteine sind ziemlich mannigfach. Foullon beschreibt als Angehörige der letzteren Reihe Fibrolithgneis, Albitgneis, Glimmerschiefer,

Chloritgneis, Hornblendegesteine und Serpentin. Er macht darauf aufmerksam, dass die Gesteine dieser Gruppe zum großen Theil sich sehr innig an die durch A. Böhm beschriebenen Gesteine des Wechselgebirges anschließen und fast sämmtlich durch einen hohen Titangehalt ausgezeichnet sind.

Indem ich hinsichtlich der petrographischen Details auf die Abhandlung Foullons selbst verweisen muss, möchte ich mir erlauben, lediglich auf die von ihm am Schlusse seiner Arbeit (loc. cit. pag. 251 und 252) zusammengestellten wichtigsten Resultate hinzuweisen, die mit Foullons eigenen Worten angeführt sein mögen:

„1. Sowohl in den älteren krystallinischen, feldspathführenden Gesteinen und denen der Carbonformation von der Wurmälpe, als auch in jenen aus dem Palten- und oberen Ennsthale sind die Feldspathe durch einen hervorragenden Reichthum von Einschlüssen ausgezeichnet, die theils der Art sind, wie man sie sonst als Neubildungen im Feldspath kennt.

In den Gesteinen des älteren krystallinischen Gebirges ist der Feldspath wahrscheinlich, in jenen des Palten- und oberen Ennsthales größtentheils gewiss Albit, in dem Phyllitgneis der Carbonformation aber vorwiegend Orthoklos, zum Theile Mikroklin.

2. Der größte Theil der krystallinischen Gesteine des Palten- und oberen Ennsthales ist durch seinen großen Reichthum an Titan ausgezeichnet, welcher bald in der Form des Titaneisens, bald als Titansäure in der des Rutil oder Titanit erscheint.

3. Die chloritoidfreien Gesteine des Palten- und oberen Ennsthales zeigen eine sehr große Ähnlichkeit, oder besser Gleichheit mit den Gesteinen des Wechselgebirges.

4. Eine Reihe von Gesteinen ist durch den bisher nicht allzu häufig vorkommenden Chloritoidgehalt ausgezeichnet, welcher hier eine große Verbreitung besitzt, wenn seine Menge auch häufig in den betreffenden Gesteinen sehr gering wird.

5. Die Pflanzenabdrücke tragenden krystallinen Schiefer enthalten ein asbestartiges Mineral, das in seiner Zusammensetzung von den bekannten derartigen Mineralen abweicht.

6. Das Vorhandensein zahlreicher Einschlüsse von organischer Substanz in den gewisse Schiefergesteine bildenden Mineralen ist nebst anderen ein sicherer Beweis für die allmählich erfolgte Umwandlung der krystallinischen Gesteine aus einem klastischen Materiale.

7. Das Zerschneiden der Krystalle wurde durch hohen Druck bewirkt.

8. Die Entstehung der porphyrisch erscheinenden Krystalle und der damit verbundenen „Aufreibungen“ wird durch Wachstumsunterschiede erklärt.“

Die Ausführungen Foullons ergänzen und bestätigen sonach im wesentlichen die Darlegungen Sturs und man konnte angesichts der von beiden gegebenen Schilderung meinen, dass kaum ein Zweifel an der von ihnen klargestellten dynamometamorphen Natur der carbonischen Schichtserie Obersteiermarks obwalten könnte. Diese Vermuthung wurde indes in letzter Zeit durch eine Veröffentlichung von E. Weinschenk gestört, welcher in einer Reihe von Aufsätzen: „Über einige Graphitlagerstätten“, die in den Jahrgängen 1899 und 1900 in der Zeitschrift für praktische Geologie erschien, auch unsere steirischen Vorkommnisse in Erörterung zog. In dem dritten dieser Aufsätze (Heft Nr. 2 des Jahrganges 1900 der genannten, in Berlin erscheinenden Zeitschrift, pag. 36—41) behandelt Weinschenk die Graphitlagerstätten der Steiermark, oder richtiger gesagt, jene des Grauwackenzuges der Palten-Liesing-Linie. Der anderweitig in Obersteiermark auftretenden Graphite, die vielleicht für die von Weinschenk gesuchte Erklärung ihrer Bildungsweise schon durch ihr örtliches Vorkommen von ziemlichem Belang gewesen wären, gedenkt er mit keinem Worte, wiewohl sie zum Theil schon durch Stur, dessen Abhandlung Weinschenk benützt und citirt, angeführt werden, wie wir oben gesehen haben. Weitere Angaben über solche Vorkommnisse bei Neuberg im Lichtenbachgraben, bei Kapellen im Kohlbachgraben, am Dürnsteinkogel in der Klein-Weitsch u. s. w. macht E. Hatle in seinem Werke: „Die Minerale des Herzogthums Steiermark“, Graz 1885 (pag. 3), welches Weinschenk unbekannt geblieben zu sein scheint.

Merkwürdigerweise gelangt Weinschenk, welchem die mechanische Umformung der meisten Gesteine jenes Grauwakenzuges keineswegs entgangen ist, worauf wir noch eingehend zurückkommen, zu der Annahme, dass die Graphitlagerstätten Obersteiermarks keineswegs dynamometamorph verwandelte Kohlenflötze sind und auch die zu krystallinischen Schiefem gewordenen carbonischen Sediment-Gesteine nicht dynamometamorphen Vorgängen in erster Linie ihre heutige Beschaffenheit danken, sondern betrachtet als Ursache dieser Veränderungen die Einwirkung des Centralgneises, also Contactmetamorphose durch ein Eruptivgestein. Er sagt (loc. cit. pag. 40): „Das Schlussresultat der Untersuchungen der Graphitlagerstätten der Steiermark lässt sich somit dahin zusammenfassen: Es liegt hier ein System carbonischer Schichten vor, welche in den verschiedenen Gesteinstypen, die wir an den Vorkommnissen dieser Formation zu beobachten gewöhnt sind, d. h. in Kohleschiefem, Sandsteinen, Conglomeraten, Kalken und verhältnismäßig schwachen Steinkohleneinlagerungen entwickelt waren und die den umwandelnden Einflüssen der mächtigen granitischen Intrusionen, welche wir im ganzen Bereiche der Centralzone der Alpen beobachten können, ausgesetzt waren. Dabei wurden, wie dies überall unter analogen Verhältnissen der Fall ist, die feineren Gemengtheile der Gesteine umkrystallisiert und zu einem krystallinischen Aggregat von Silicaten umgebildet, während gröbere Bestandtheile sich dieser Umlagerung entzogen. Der Kohlenstoff des Gesteins wurde zu Graphit.“

Angesichts dieser, von den Darlegungen Sturs und Foullons so weit abweichenden Anschauung sind wir verpflichtet, die Ausführungen Weinschens und die Grundlagen seiner vorgeblichen Beweismittel, die schließlich zu jenem Schlussresultate leiten, eingehend zu betrachten. Wir wollen Schritt für Schritt den Darlegungen Weinschens folgen und prüfen, inwieweit sie den Thatsachen entsprechen.

Weinschenk bespricht zunächst das Auftreten eines Systems von Schiefergesteinen, welches sich am Nordabhang der östlichen Ausläufer der Niederen Tauern zwischen dem Ober-Ennsthal im W und dem Semmering im O in der „Schieferhülle“ des „Centralgneises“ verfolgen lässt, und von den österreichi-

schen Geologen als „Graphitschiefer“, Graphitglimmerschiefer“ und „Graphitphyllit“ bezeichnet wurde. Dieses Schichtensystem, eingelagert zwischen „Thonglimmerschiefer“, „Chloritschiefer“ anderen phyllitischen Gesteinen und untergeordneten Kalken, zeige bei manchem Wechsel im Detail seiner mineralischen Zusammensetzung, bei makroskopischer Betrachtung ein ziemlich gleichmäßiges Aussehen. Die Gesteine seien meist recht dünnschieferig, vollkommen schwarz und hätten, in frischem Zustand wenigstens, einen lebhaften Glanz auf den Schnittflächen, während der Querbruch im allgemeinen matter sei; die Bezeichnung „Graphitphyllit“ entspreche wohl am besten dem äußeren Habitus dieser Gesteine. Weinschenk gedenkt dann des Auftretens abbauwürdiger Graphitflöze in diesem Schichtensysteme, des Vorkommens von carbonischen Pflanzenresten in den krystallinischen Schiefen selbst, erwähnt die oben erörterte Veröffentlichung von Dr. Stur und sagt: „Die geologische Beschaffenheit des Gebietes wurde zuerst von Prof. Miller¹ genauer aufgenommen und später von Stur l. c. beschrieben, welcher auch einige Profile des Gebietes gab; hier möge nur ein Querschnitt durch diese Schichtencomplexe hinzugefügt werden (s. Fig. 11), welchen ich der Liebenswürdigkeit des Herrn Bergingenieurs E. v. Müller verdanke. Das Profil folgt, vom Liesingthal nach S abzweigend, dem Leimsergraben und lässt in ziemlich typischer Weise die Schichtenfolge erkennen, wie sie auch Stur bei Kaisersberg östlich von Leims schildert.“

Hiezu wäre nun zunächst zu bemerken, dass Stur loc. cit. nicht „einige Profile des Gebietes“ gab, sondern lediglich das oben bereits erwähnte Profil aus dem Kraubathgraben zum Reiting (loc. cit. pag. 191), welches im wesentlichen mit dem von Weinschenk mitgetheilten ident ist. Ferners sei schon hier hervorgehoben, dass Weinschenk außer den von ihm namhaft gemachten Publicationen von Miller, Stur und Foulton die einschlägige Literatur unberücksichtigt gelassen

¹ A. Miller, Bericht über die geognostische Erforschung der Umgegend von St. Michael und Kraubath in Obersteier. 5. Ber. geogn.-montan. Ver. Steiermark. 1856.

hat und insbesondere sämtliche Aufnahmeberichte von M. Vacek mit Stillschweigen übergeht, sei es, weil sie ihm unbekannt blieben, oder weil der Inhalt der Vacek'schen Schilderungen sich ganz und gar nicht mit den Weinschenk'schen Ansichten vereinbaren lässt, wie unten zu erörtern sein wird.

Das von E. v. Miller mitgetheilte Profil wird von Weinschenk mit folgenden Worten besprochen: „Man beobachtet, dass der unterste Horizont graphitischer Schiefer, innerhalb deren Flötze von Graphit auftreten, unmittelbar dem Centralgneis aufgelagert ist. Die Grenze zwischen beiden Gesteinen bildet eine meist recht schmale, in den älteren geologischen Aufnahmen als „Weißstein“ oder als „Phyllitgneis“ ausgeschiedene Gesteinslage, welche von Foullon in seiner Beschreibung der petrographischen Beschaffenheit dieser Schiefergesteine nach dem mikroskopischen Befund als „Mikroturmalingneis“ bezeichnet wurde. Zwischen diesem liegendsten Graphitschieferzug und dem nächsten ist wiederum eine nicht sehr mächtige Lage gneisartiger Gesteine eingeschaltet, und nun folgt eine Schichtenreihe graphitreicher oder graphitärmerer Schiefergesteine, welche bald als eigentliche Graphitschiefer, bald mehr als Grünschiefer, Glimmerschiefer und Phyllite ausgebildet sind, die aber nicht als scharf gegen einander abgegrenzte Gesteinstypen angesehen werden dürfen, sondern vielmehr insgesamt einen gleichartigen Grundcharakter tragen, der nur durch die Verschiedenheiten in den Mengenverhältnissen der einzelnen, meist makroskopisch nicht hervortretenden Gemengtheile etwas modificiert erscheint. Im Liesingthal überlagern dieses Schichtensystem Schiefer und Kalke von silurischem Alter. Wir haben also hier, wie sich auch im sonstigen, in Betracht kommenden Gebiete an zahlreichen Punkten feststellen lässt, überkippte Lagerung vor uns, da die graphitführende Schiefer durch das Vorkommen wohlerhaltener Pflanzenreste als carbonisch bestimmt werden konnten.“

Diese knappe Darlegung der Schichtfolge in dem Miller'schen Profil soll genügen, um die überkippte Lagerung der ganzen Serie von mannigfachen Schiefergesteinen zwischen dem Gneis des Hennerkogels und dem Silurkalk des Reiting

nachzuweisen. Der einzige greifbare Anhaltspunkt für diese Annahme ist doch eigentlich die Thatsache, dass jenseits des Liesingthales Silurkalke auf Schiefeln ruhen. Von diesen Schiefeln wird dann vorausgesetzt, dass sie unter die ganze überkippte Schichtenreihe einfallen, die einen einheitlichen Complex bilde. Diese Auffassung ist aber keineswegs unbestritten. Vacek hat gerade das Stur'sche Profil vom Kraubathgraben zum Reiting in ganz anderer Weise gedeutet. Es liegt mir gewiss ferne, alle Beispiele von unconformer Lagerung, welche Vacek in Obersteiermark gefunden haben will¹, als thatsächlich vorhanden und unumstößlich erwiesen anzuerkennen; im Gegentheile halte ich manche derselben für sehr zweifelhaft oder sehr unwahrscheinlich. Immerhin glaube ich, dass Vacek im Rechte ist, wenn er die Einheitlichkeit der Schichtfolge vom Kraubathgraben bis zum Reiting bestreitet. Es geschieht dies in einer „eingesendeten Mittheilung“, welche Vacek mit dem Titel „Einige Bemerkungen, betreffend das geologische Alter der Erzlagerstätte von Kallwang“, in Nummer 11 der Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt in Wien 1895, pag. 296 bis 305, veröffentlichte. Auf den weiteren Inhalt dieser Publication, welcher sich im wesentlichen gegen die von Dr. R. Canaval in dessen Abhandlung „Das Kiesvorkommen von Kallwang in Obersteier und der darauf bestandene Bergbau“ (diese Mittheilungen, Jahrgang 1894, pag. 3 bis 109) wendet, soll umsoweniger eingegangen werden, als der Kern jener Streitfrage, ob die Kallwanger Kiese einer carbonischen Schichtserie oder der angeblich archaischen Gruppe des „Quarzphyllites“ angehören, für die gegenwärtige Erörterung von geringerem Belang ist, hingegen müssen wir bei den Ausführungen Vaceks, welche dem Stur'schen Profile vom Kraubathgraben zum Reiting gelten, ein wenig verweilen. „Betrachtet man dieses Profil näher“, sagt Vacek loc. cit. pag. 297, „und vergleicht dasselbe mit der Karte, dann sieht man, dass es keinem streng geführten Schnitte entspricht, sondern ideal die Beobachtungen zusammenfasst, welche Stur im Sommer 1882 entlang einem

¹ Vergleiche Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt 1884, pag. 392; 1886, pag. 77 und 460; 1889, pag. 66; 1891, pag. 48; 1892, pag. 413; 1893, pag. 401 u. f.

breiteren Striche in dieser Gegend gemacht hat. Der Hauptfehler dieses Profils besteht aber darin, dass Stur alle petrographisch von einander abweichenden Schichtencomplexe, so wie er sie vom Grundgebirge nach außen hin gekreuzt hatte, regelmäßig und concordant untereinander einfallen lässt. Dadurch kommt der auffallende Widersinn zustande, dass die echten Carbonschiefer und Kalke, welche in der Gegend der Wurmalpe zufällig in mehrere Züge zersplittert sind, in regelmäßiger Wechsellagerung zu stehen scheinen mit Bildungen, die Stur als Gneise oder auch als Glimmer-, Chlorit- und Thonschiefer bezeichnet, sowie dass ferner dieses Sammelsurium sehr altersverschiedener Elemente regelmäßig unter das Obersilur des Reiting einfällt, d. h. die unzweifelhaften, durch Pflanzenfunde sichergestellten Carbonbildungen des Liesingthales tief unter Silur zu liegen kommen. Stur hat es leider unterlassen, sich über die auffallende Anomalie, die sein Profil enthält, im Texte zu äußern, es vielmehr ganz dem nachfolgenden Aufnahmsgeologen überlassen, sich über die aller stratigraphischen Regel widersprechende Situation, welche in dem citierten Profile zum Ausdrucke kommt, klar zu werden. Bekanntlich wurde mir die dornenvolle Aufgabe anvertraut, die sogenannte Grauwackenzone, in welche auch der Carbonzug fällt, zu studieren, und es kostete nicht wenig Mühe, all der Unregelmäßigkeiten Herr zu werden, welche diese ehemals für sehr einheitlich gehaltene und noch von Stur als solche behandelte Zone charakterisieren. Man wird es daher begreiflich finden, dass ich die errungenen stratigraphischen Resultate nicht durch den Erstbesten, der mühelos, d. h. ohne die Spur eines Beweises, ein gewichtiges Urtheil sprechen möchte, in Frage stellen lassen will. Schon in meinem Aufnahmsberichte über die Arbeiten im Sommer 1884 (Verhandl. 1884, pag. 390), also ein Jahr nach der Publication Sturs und ebensolange vor jener Hatles, habe ich die stratigraphische Trennung der verschiedenen Schichtsysteme, welche in der Gegend des Palten-Liesingthales eine Rolle spielen, sehr klar durchgeführt. Diese sind in der Altersfolge: Gneis, Quarzphyllit, Silur, Carbon. Diese vier Schichtsysteme folgen aber nicht in der oben angegebenen Altersfolge vom Grundgebirge nach außen aufeinander,

vielmehr trifft man zumeist schon in der nächsten Nähe des Gneisgrundgebirges und sogar in unmittelbarer Berührung mit diesem den Carbonzug, kreuzt sodann die Fläche der Quarzphyllite und findet die Silurmassen ganz an den Außenrand der Zone gerückt in nächster Nähe, ja vielfach in directer Berührung mit Trias.“

Diese auffallende räumliche Vertheilung der von ihm unterschiedener Schichtsysteme erklärt Vacek in seinen Aufnahmsberichten durch die Annahme, dass die auf den Gneis folgende Serie der Quarzphyllite ihrer leichteren Zerstörbarkeit wegen auf große Erstreckungen hin in einer Erosionsepoche weggeschafft worden sei. Gerade an dieser Stelle aber sei später die carbonische Schichtreihe zum Absatz gekommen. Wir finden diese Ansicht auch dargelegt in einer Mittheilung von C. v. John „Über steirische Graphite“ (Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt 1892, pag. 413—418), welche Weinschenk sowie die gesammte neuere Literatur über den von ihm behandelten Gegenstand vollkommen ignoriert. In dieser zahlreiche Analysen enthaltenden und auch die Frage, ob man es in Obersteiermark durchwegs mit echten Graphiten oder theilweise mit graphitischen Anthraciten zu thun habe, erörternden Abhandlung bemerkt C. v. John: „Über das Vorkommen der Graphite theilt mir Herr M. Vacek Folgendes mit: „Aus der Gegend des Schlosses Trautenfels, bei Steinach-Irdning im Ennsthale quer durch die Thäler der Palten und Liesing und weiter dem Murthale entlang, über St. Michael, Leoben, Bruck a. M., von da mit einer spitzwinkeligen Wendung sich wieder dem Nordabfalle einer alten Gneismasse anschmiegend durch das Aflenzer Becken, über Pretal, die Veitschgräben und weiter durch den Raxengraben, die Prein bis unmittelbar an Gloggnitz heran lässt sich auf eine Erstreckung von mehr als 20 geographischen Meilen dem Nordsaume der centralen Gneismassen der Ostalpen entlang ein schmaler, dabei nahezu ununterbrochener Gesteinszug verfolgen, der aus einem charakteristischen Wechsel von graphitischen Chloritoidschiefern mit Conglomeraten, Sandsteinen und halbkrySTALLINISCHEN Kalken besteht. Dieser Zug, der durch Pflanzenfunde als sicher vom Alter des Carbon bestimmt ist, folgt

augenscheinlich einer alten Terrainvertiefung, welche in der angeführten Strecke so ziemlich der disparaten Grenze zwischen den centralen Gneismassen und dem Systeme der Quarzphyllite entspricht. In dieser alten Terrainfurche lagern die Carbonbildungen unconform, theilweise über Gneis, zumeist über Quarzphyllit. Das Ausmaß, in welchem sich die Schichtserie erhalten zeigt, wechselt von Strecke zu Strecke, doch tritt nur an sehr wenigen Stellen als Folge von weitgehender Erosion eine vollständige Unterbrechung des Zuges ein. Zumeist von der Erosion verschont ist, wie begreiflich, der tiefste Horizont, der die Carbonserie eröffnet und vorwiegend aus dunklen graphitischen Chloritoitschiefern besteht, in welche sich Conglomerate und Sandsteine einschalten, sowie vielfach auskeilende Flötze und Linsen mehr minder reinen Graphits. Dieser bildet an einer größeren Reihe von Punkten, die sich auf die ganze oben angeführte Strecke des Carbonzuges vertheilen, den Gegenstand reger bergbaulicher Thätigkeit. Die Graphitflötze charakterisieren in erster Linie die basale Partie der Carbonserie, mit welcher diese zunächst über den alten Untergrund übergreift. Ihr Auftreten ist, wenn man von den Mächtigkeiten absieht, sehr ähnlich dem Auftreten der Kohlenflötze an der Basis der Tertiärmassen, wie überhaupt das Carbon in seiner übergreifenden Lagerung die weitgehendste Analogie zeigt mit der Art, in welcher die kohlenführenden tertiären Bildungen in den Alpenthälern aufzutreten pflegen. Wie diese gewöhnlich etwas seitab von dem Einschnitte der heutigen Thalrinne in geschützteren Positionen sich den Thalzügen entlang verfolgen lassen, so verläuft auch der Carbonzug bis zu einem gewissen Grade abweichend, aber doch insoweit in Übereinstimmung mit den heutigen Thalfurchen, als deren Verlauf in den alten Thalläufen seine unverkennbaren Vorbedingungen findet.“

Diese Darstellung Vaceks von dem Auftreten der obersteirischen Carbonserie in unconformer Lagerung wurde wiedergegeben, um sie erstlich der Annahme Sturs (und Weinschenks) von der concordanten Schichtfolge zwischen Krauthgraben und Reiting gegenüber zu halten, dann aber, um zu erörtern, dass auch die Annahme unconformer Lagerung keineswegs, wie Vacek meint, genügt, um die tektonischen

Verhältnisse der in Rede stehenden Gegend zu erklären. Dies scheint aus einem Profile hervorzugehen, welches derjenige, der dieses Gebiet zuerst geologisch untersuchte, Prof. Albert Miller v. Hauenfels, in neuerer Zeit veröffentlichte. (Vgl. Dr. Richard Canaval: „Einige Bemerkungen, betreffend das geologische Alter der Erzlagerstätte von Kallwang.“ Diese Mittheilungen, Jahrgang 1896, pag. 149—159). Durch die anscheinende Concordanz aller Ablagerungen sieht sich Miller v. Hauenfels zu der Bemerkung veranlasst: „Ganz aufrichtig gesprochen, glaube ich gar nicht an den carbonischen Charakter unserer Graphite, denn unsere hangenderen und liegenderen Graphitlager sind durch echte Gneislager getrennt, welche also mit dem Untercarbon von Schatzlar gleich alt sein müssten! Die Flora vom Silur an bis zur alten Kohle trägt ja denselben Charakter, mehrere Gattungen greifen hier durch, und wer garantiert mir dafür, dass es nicht auch einzelne Species gegeben habe, von denen man, als besonders zählebig, das Gleiche behaupten kann? Und dann sind diese alten Pflanzenabdrücke so undeutlich, dass es wohl sehr schwer sein dürfte, eine Species mit Bestimmtheit herauszufinden. Andererseits kann man aber bei einer so langgedehnten, eminent concordanten Ablagerung wohl auch nicht annehmen, dass sie nachträglich ihrer ganzen Ausdehnung nach etwa so umgewendet worden sei, wie man ein langes, auf der Bleiche liegendes Leinwandstück umwendet.“

Diesen letzten Worte, mit welchen Miller v. Hauenfels der Unwahrscheinlichkeit der überkippten Lagerung der ganzen Schichtfolge entgegentritt, ist wohl unter allen Umständen beizupflichten, sonst aber hat Vacek in dem Referate über Canavals „Bemerkungen“ (Verhandlungen der k. k. geol. Reichsanstalt 1897, pag. 230—233) gegenüber Miller an der Richtigkeit der Stur'schen Bestimmungen der carbonischen Pflanzenreste gewiss mit umsomehr Recht festgehalten, als seither in diesem Schichtencomplex auch eine Carbonfauna nachgewiesen werden konnte. M. Koch hat in einer „Mittheilung über einen Fundpunkt von Untercarbonfauna in der Grauwackenzone der Nordalpen“, Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, Band XLV, 1893, pag. 294—298, folgende, nörd-

lich vom Orte Veitsch im Groß-Veitschthale am Sattlerkogel vorkommende, allerdings nur als meist stark verdrückte Steinkerne vorkommende Versteinerungen namhaft gemacht:

Productus semireticulatus Mart.

Productus scabriculus Mart.

Productus punctatus Mart.

Orthis resupinata Mart.

Spirifer octoplicatus Sow.

Orthotheses crenistria Phil.

Orthotheses sp.

Euomphalus sp.

Cladochonus Michelini Edw. et H.

Zaphrentis sp.

Fenestella sp.

Crinoiden-Stielglieder.

Vacek hat in einer diesbezüglichen Mittheilung: „Einige Bemerkungen über das Magnesitvorkommen am Sattlerkogel in der Veitsch und die Auffindung einer Carbonfauna daselbst“ (Verhandlungen der k. k. geol. Reichsanstalt, 1893, pag. 401 bis 406) im Gegensatz zu der auch von Schellwien und Frech getheilten Meinung die Fauna vom Sattlerkogel als obercarbon bezeichnet und darauf verwiesen, dass auch die in tieferen Theilen desselben Carbonzuges von Stur als Flora der Schatzlarer Schichten bestimmten Pflanzenreste einem Horizonte angehören, der dem mittleren Theile der Obercarbonserie, der sogenannten Sigillarienstufe entspricht. „Diese Flora“ — sagt Vacek — „charakterisiert in dem steirischen Carbonzuge die tiefste graphitführende Partie von Schiefen, Sandsteinen und Conglomeraten, mit welcher die Carbonserie unmittelbar über der alten Unterlage sich aufzubauen beginnt. Aus diesen pflanzen- und graphitführenden basalen Bildungen entwickelt sich nach oben erst jener Wechsel von Kalken und Schiefen, in denen am Sattlerkogel die oben angeführte Fauna gefunden wurde.“ Ferners betont Vacek nachdrücklich die Continuität der Ablagerung innerhalb der obersteirischen Carbonzone: „Wie jeder Kenner der Verhältnisse bezeugen wird, kann von einer Discontinuität, d. h. von dem Vorhandensein zweier verschiedener Serien, in dem

Carbonzuge der Nordsteiermark nicht im entferntesten die Rede sein, sondern wir haben es von Trautenfels im Ennsthale an bis nach Gloggnitz in Niederösterreich immer mit einer und derselben, stratigraphisch sehr uniform entwickelten Serie zu thun.*

Es ist also Weinschenk — wie wir aus der gesammten, den Gegenstand bis nun erörternden Literatur klar zu erkennen vermögen — keineswegs im Rechte, wenn er die Behauptung aufstellt, dass die ganze Serie des von ihm nach Miller gegebenen Profils in überkippter Lagerung sich befände, und damit fällt, wie gleich hier hervorgehoben werden soll, auch jeder Grund für die willkürliche Annahme hinweg, dass der Centralgneis (Centralgranit) jünger sei, als die graphitführenden Ablagerungen der Kohlenformation. Wir werden später sehen, dass im Gegentheil zwingende Beweisgründe für ein höheres Alter dieser Gneise oder Granite geltend gemacht werden können, so dass die Unmöglichkeit der contactmetamorphen Bildung jener Graphite klar ersichtlich ist, wollen aber zunächst die Weinschenk'schen Darstellungen weiter verfolgen.

Weinschenk erörtert die Graphiteinlagerungen, welche in Form wenig mächtiger Flötze auftreten, und in einer größeren Anzahl von Betrieben, von welchen er diejenige im Lorenzergraben, im Sunk, im Leimsergraben, bei Mautern und bei Kaisersberg erwähnt, ausgebeutet werden. Er sagt, dass der Graphit ziemlich wechselnde Beschaffenheit zeige und an Ort und Stelle namentlich zwei Ausbildungsformen unterschieden und als „harter“ und „weicher“ Graphit bezeichnet werden. „Der erstere ist für dieses Vorkommen besonders charakteristisch und zeigt bei oberflächlicher Betrachtung in Farbe, Glanz und Structur vollständige Übereinstimmung mit typischem Anthracit; er hat die Structur der Kohle in so hohem Maße erhalten, dass man sich durchaus nicht wundern darf, wenn die Abnehmer diesen Graphit im Rohzustande refusieren und einfach für Kohle erklären. Indes ist schon beim bloßen Anfühlen die Zugehörigkeit zum Graphit leicht zu erkennen, da sich diese, zum Theile recht hochprocentigen Graphite infolge des hohen Wärmeleitungs-

vermögens des Graphites metallartig kalt anfühlen, ein Unterschied, welcher namentlich beim directen Vergleich mit Anthraciten überzeugend festgestellt werden kann. Die chemisch-mineralogische Untersuchung gestattet den Nachweis, dass der Kohlenstoff in diesen Gesteinen ausschließlich in der Form des Graphites vorhanden ist und dass nicht, wie Foullon l. c. angibt und noch sonst in der Literatur öfters mitgetheilt wird, neben demselben noch ‚organische Substanz‘ vorhanden ist.“

Dem gegenüber muss daran erinnert werden, dass die in der Literatur oft erörterte Frage, ob man es in den steirischen Graphiten mit echten Graphiten oder mit sogenannten anthracitischen Graphiten zu thun hat, von C. v. John an der Hand zahlreicher eigener Analysen dahin beantwortet wurde, dass wohl manche Unterschiede im chemischen Verhalten vorkommen, aber doch die steirischen Vorkommnisse „wohl im allgemeinen als echte Graphite bezeichnet werden müssen, da selbst die am leichtesten verbrennbaren sogenannten anthracitischen Graphite nach der Analyse von P. v. Mertens nur sehr wenig Wasserstoff enthalten und nur nach sehr energischer Behandlung mit chlorsaurem Kali humusartige Substanzen liefern.“ (C. v. John, „Über steirische Graphite“, Verhandl. der geol. Reichsanstalt, 1892, Nr. 17, 18, pag. 418.)

Weinschenk sagt ferner von den „harten“ Graphiten: „Diese Graphite sind äußerst dicht, sie lassen die blätterige Beschaffenheit des Minerals selbst unter dem Mikroskop nicht erkennen und besitzen eine ziemliche Härte, so dass sie häufig kaum abfärben. Namentlich besitzt auch der Strich nicht den metallartigen Glanz, welcher sonstige, gröber struierte Graphitvorkommnisse auszeichnet. Dagegen sind sie stellenweise recht rein, 80 ja 90 Procent Kohlenstoff konnten in einigen nachgewiesen werden; diese übertreffen somit in Bezug auf ihren Kohlenstoffgehalt selbst die besten böhmischen Varietäten, die kaum über 80 Procent, meist aber nur 50 bis 60 Procent Kohlenstoff aufweisen.“

Es wäre nun gewiss höchst erfreulich, wenn in der That der obersteirische Graphit dem böhmischen in Bezug auf Qualität so sehr überlegen wäre, wie Weinschenk angibt. Leider ist dies aber nur bei einem Theile der steirischen Vor-

kommissionse der Fall. Nach den Analysen von John (loc. cit., pag. 414—417) zeigen von elf untersuchten obersteirischen Graphiten nur drei einen Gehalt von über 80 Procent Kohlenstoff (Graphit vom Höllgraben bei Kallwang 80·75 Procent, Graphit aus dem Baldaufstollen in der Leims 84·29 Procent, Graphit vom Kaisersberg 84·10 Procent), zwei weitere zeigen einen Gehalt von über 70 Procent (Graphit vom Rabengraben bei Mautern 75·14 Procent und vom Graphitbau in der Leims 77·23 Procent), bei den sechs übrigen von John untersuchten steirischen Graphiten schwankt der Kohlenstoffgehalt zwischen 35·60 bis 61·48 Procent und auch der Graphit vom Bau auf der Gsohl in der Frein, welcher schon auf niederösterreichischem Gebiete liegt, enthält nur 62·54 Procent Kohlenstoff.

Von dem „harten“ Graphit sagt Weinschenk, dass schon seine Structur ihn als Umwandlungsproduct von Kohle erkennen lasse. Fast immer sei diese eigenthümliche Varietät in ihrem ganzen Gefüge erschüttert und lasse sich nur äußerst schwer in größeren Stücken gewinnen, da sie gewöhnlich beim Losbrechen zu Gruß zerfalle.

„Die andere Abart, der ‚weiche‘ Graphit, fühlt sich dagegen ziemlich mild an und hat die gewöhnliche Beschaffenheit eines dichten Graphites; er färbt stark ab, meist allerdings infolge seiner feinen Vertheilung, gleichfalls ohne deutlichen Metallglanz des Steines und enthält ebenso wie der andere den Kohlenstoff nur in der Form von Graphit.“ — „Die Art des Vorkommens beider Arten, derjenigen, welche die Structur der Steinkohle auf das vollkommenste bewahrt hat und der völlig structurlosen, ist durchaus die gleiche, beide sind unzweifelhaft aus den wenig mächtigen Kohlenflötzen dieser carbonischen Ablagerungen hervorgegangen und der Unterschied in ihrer Ausbildung scheint vor allem darin begründet zu sein, dass die letzte Abart sich hauptsächlich da einstellt, wo die tektonischen Verhältnisse besonders starke Störungen aufweisen. Man darf daher annehmen, dass sie ursprünglich ebenfalls Steinkohlenstructur besaß, aber infolge von Zermalmung durch die gebirgsbildenden Prozesse dieselbe eingebüßt hat.“

Zu diesen Ausführungen Weinschenk's wäre zu bemerken, dass die Annahme der Umformung der Structur der Graphite durch die Gebirgsbildung, zu welcher er sich veranlasst sieht, doch auch die weitere Annahme nahelegt, dass die Umwandlung der Kohle in Graphit eben derselben Einwirkung zuzuschreiben sei. Mit dieser letzteren Annahme scheint mir auch eine Thatsache keineswegs in Widerspruch zu stehen, welche Weinschenk mit folgenden Worten anführt: „Hier mag noch angefügt werden, dass mir in letzter Zeit durch Herrn Jenull in St. Michael eine Probe von hartem Graphit zugesandt wurde, welche die blasige Beschaffenheit von Koks aufweist, wobei die Blasenräume durch sehr reinen, etwas weniger fein struirteten, weichen Graphit ausgefüllt werden.“

Nimmt man an, dass bei der Gebirgsbildung durch Umsetzung von Bewegung in Wärme local höhere Temperaturen erzeugt werden — und diese Annahme ist gewiss berechtigt — so mag diese Wärme auch wohl genügen, locale Verkockungsprocesse der in Graphit sich verwandelnden Kohle herbeizuführen. Der Umstand, dass man zahlreiche contactmetamorphe Verkockungen von Kohle an Stellen kennt, wo sie von Eruptivgesteinen durchbrochen wurden, zwingt gewiss nicht dazu alle derartigen Erscheinungen der Contactmetamorphose zuzuschreiben, so wenig wie alle Umwandlungen gewöhnlichen Kalksteins in krystallinischen Marmor deshalb auf dem Wege der Contactmetamorphose erfolgt sein müssen, weil in vielen Fällen derartige Umwandlungen tatsächlich durch ein durchsetzendes Eruptivgestein hervorgerufen worden sind. Es ist im Gegentheil anzunehmen, dass die verbreitetsten und mächtigsten Vorkommen krystallinischer Kalke nicht der Contact-, sondern der Dynamometamorphose ihre Umwandlung zu danken haben.

Hinsichtlich der petrographischen Beschaffenheit der die Graphiteinlagerungen umschließenden Schiefer verweist Weinschenk auf die eingehenden Untersuchungen Foullons, welchem vor allem der Nachweis zu danken sei, dass das Glimmermineral derselben vorwiegend ein echter Chloritoid ist, neben welchem der Quarz den Hauptbestandtheil des Gesteins ausmache. „Dazu treten in wechselnden Mengen gewöhn-

liche Glimmer, namentlich solche von lichter Farbe, Chlorit, eine asbestartig ausgebildete Hornblende, hin und wieder Kalkspat und Turmalin und in weitester Verbreitung Titansäuremineralien, Rutil, Titaneisen mit Leukoxenbildung und Titanit; einzelne Varietäten sind auch durch das Auftreten von Feldspat, und zwar von Plagioklas ausgezeichnet. Diesem Befund ist nichts hinzuzufügen, als die Bemerkung, dass die Mengenverhältnisse der einzelnen Mineralien in der That sehr viel wechselnder sind, als dies nach dem Foullon vorliegenden Material der Fall zu sein schien und dass auch die geographische Vertheilung von „Kalkchloritoidschiefern“ im W. und „Quarzchloritoidschiefern“ im O. des Streichens kaum aufrecht erhalten werden kann.“

Auf die nach Vaceks Untersuchungen in dem obersteirischen „Grauwackenzuge“ durchzuführende Trennung der „Quarzphyllitgruppe“ von den Gesteinen der Kohlenformation ist Weinschenk nicht eingegangen, obwohl nach Vaceks Darstellungen ein Theil der von Foullon untersuchten Gesteine der Quarzphyllitgruppe angehören und sonach archaischen Alters sein sollte. Hingegen erörtert er ziemlich eingehend das Vorkommen conglomeratartiger Gesteine und deren Umwandlung unter Einwirkung des Gebirgsdruckes. Er sagt (loc. cit. pag. 38): „Erwähnenswert erscheint mir aber vor allem das an mehreren Stellen beobachtete Auftreten conglomeratartiger Gesteine, welche bald direct die Graphitflötze begleiten (Sunk), bald ohne solche auftreten (Pressnitzgraben). Man erkennt, am allerbesten auf der abgeriebenen Oberfläche von Rollstücken, aber auch noch leicht im frischen Bruch dieser sogenannten „Augensteine“ rundliche Gerölle von weißem bis graulichem Quarz, welche von einer Grundmasse umhüllt werden, die in ihrem Aussehen mit dem gewöhnlichen Graphitphyllit völlig übereinstimmt. Die Gerölle sind nur selten deformiert, sondern haben ihre unregelmäßig rundliche Form beibehalten. U. d. M. aber kann man die Einwirkung des Gebirgsdruckes auf dieselben prachtvoll übersehen, sie sind zu einem Aggregat kleiner, eckig und zackig sich in einander verzahnender Quarzkörner zermalmt, von welchen jedes in sich in eine Reihe von Stengeln zerquetscht

ist, welche geringe Abweichungen der optischen Orientierung aufweisen. Die Gerölle selbst bestehen nur aus Quarz, während die Zwischenmasse die gewöhnliche Beschaffenheit der Chloritoid-schiefer aufweist und man hier in Mengen Graphiteinschlüsse in den einzelnen, meist sehr klein ausgebildeten Gemengtheilen beobachtet, welche dem Quarz der Gerölle selbst durchaus fehlen. Es handelt sich dabei also zweifellos um umgewandelte Conglomerate, welche das Gesamtbild der Lagerstätte als einer carbonischen nur ergänzen. Ich möchte noch hinzufügen, dass hin und wieder auch in den eigentlichen Graphitphylliten kleine, aber äußerst ähnliche Quarzaugen auftreten und dass eigentlich quarzitische Gesteine, welche namentlich bei Kaisersberg im Zusammenhange mit dem Graphit beobachtet wurden, durch die Art ihrer Ausbildung als umgewandelte Sandsteine angesehen werden dürfen.“ Diesen Darlegungen Weinschenk's kann man nur zustimmen, ebenso wenn er fortfährt: „Die Graphitlagerstätten der Steiermark zeigen uns also ein wechselndes System ursprünglich thoniger und mergeliger Sedimente, untermischt mit Sandsteinen. Conglomeraten und Kohlen und seltenen Kalkenlagerungen, die insgesamt eine Umwandlung in krystallinische Gesteine von phyllitartigem Habitus erlitten haben und welche durch das Vorkommen wohlerhaltener Pflanzenreste, die seinerzeit von Stur beschriebenen Vorkommnisse unterhalb der Wurm alpe, sowie neuerlicher Funde von Leims, welche ich der Liebenswürdigkeit des Herrn G. v. Miller verdanke, sich als carbonische Schichtenreihe zu erkennen geben.“ Hingegen ist man nicht imstande, die weiteren Darlegungen Weinschenk's berechtigt zu finden, welche zunächst darauf abzielen, die Unzulässigkeit der Annahme einer dynamometamorphen Umbildung zu erweisen. Er sagt: „Die Ursache aber, weshalb hier Steinkohle zu Graphit, klastische Gesteine zu krystallinischen geworden sind, scheint zunächst nicht zutage zu liegen. Zwar beobachtet man in den zerquetschten Graphitlagern, in den zermalmtten Geröllen und bei der mikroskopischen Durchmusterung der Schiffe, überhaupt an den mannigfaltigsten Erscheinungen die enorme Wirksamkeit dynamischer Processe, welche die Aufstauung der Alpen hervorgebracht haben, und man hat sich

andernteils heute daran gewöhnt, in solchen dynamischen Vorgängen eine Hauptursache für die Umwandlung der Gesteine zu suchen. Indessen beweist schon die Erscheinung, dass die Graphitflötze bald ihre ursprüngliche Structur bewahrt, bald sie auf das vollkommenste verloren haben, dass die dynamischen Wirkungen an verschiedenen Stellen äußert verschiedenartig waren, und das Vorkommen so wohlerhaltener Pflanzenreste, wie es namentlich die neuere Funde von Leims sind, die auch nicht die geringste Verzerrung ihrer ursprünglichen Form aufweisen, lässt, wenigstens für diejenigen Schichten, in welchen sie erhalten geblieben sind, solch mächtige Kräfte kaum als annehmbar erscheinen, wie sie zu einer Umwandlung der ganzen klastischen Schichtensysteme in krystallinische Gesteine doch wohl angenommen werden müssten. Und doch lassen diese pflanzenführenden Schiefer in ihrer krystallinischen Beschaffenheit keine Spur eines Unterschiedes erkennen gegenüber denjenigen, welche bis zur Verwischung ihrer ursprünglichen Structur zusammengefaltet und gefältelt worden sind.“

Aus diesen Thatsachen lässt sich jedoch meines Erachtens kaum der Schluss ableiten, dass die Umwandlung der Kohlenflötze zu Graphit und der begleitenden Sedimentgesteine in krystallinischen Schiefen nicht durch Dynamometamorphose bewirkt worden sein kann. Es sei gestattet, auf die in der classischen Untersuchung von A. Baltzer: „Der mechanische Contact von Gneis und Kalk im Berner Oberland“, Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, 20. Lieferung, Bern 1880, niedergelegten Beobachtungen hinzuweisen, welchen zufolge die durch mechanische Kraft hervorgerufenen Erscheinungen auf bestimmten Zonen oder Linien relativ stärker hervortreten, die demgemäß von Baltzer als „mechanische Zonen oder Linien“ bezeichnet werden. „Insoferne sie“ — sagt Baltzer loc. cit. pag. 241 von diesen Zonen — „an der Grenze von petrographisch und mechanisch stark verschiedenen Formationen auftreten, lässt sich von mechanischen Contactzonen sprechen, jedoch kommen sie auch unabhängig vom Contact mitten in ein und derselben Formation vor. — Außer der Hauptcontactzone am Rande des Massivs (nördliche Randcontactzone) treten ähnliche Erscheinungen in geringerem

Grade fünf Kilometer weiter südlich auf der Blauberg-Färnigen-Intschilinie auf. — Eine andere mechanische Zone ist mitten im Malm durch Druckbreccien und Marmorbildung angedeutet.“

Auch in unserem Falle dürfte wohl die mechanische Umformung der klastischen Gesteine der Kohlenformation und der eingeschlossenen Flötze nach dem zonenweise stärkeren Hervortreten der mechanischen Einwirkung ein jeweilig etwas verschiedenes Verhalten zeigen, doch sind die ersteren insgesamt zu krystallinischen Schiefen, die letzteren zu Graphit verwandelt worden. Dass die eingeschlossenen Pflanzenreste an einzelnen Stellen in hohem Grade verzerrt erscheinen, wie Stur von den durch ihn untersuchten aus dem Pressnitzgraben angibt, an anderen aber, wie Weinschenk von jenen berichtet, die er von Leims erhalten hat, auch nicht die geringste Verzerrung ihrer ursprünglichen Form zeigen, beweist gar nichts gegen den Dynamometamorphismus der ganzen Schichtserie. In den mechanisch umgeformten Sedimenten des mittleren Jura der Schweiz sind auch nicht alle Belemniten gestreckt und „ausgewalzt.“

Nun behauptet Weinschenk allerdings, dass die krystalinische Beschaffenheit der Gesteine vom Liegenden zum Hangenden langsam, aber deutlich abnähme: „Die Gesteine werden äußerlich immer dichter, der Glanz wird geringer und auch die Einlagerungen von Graphit verlieren mehr und mehr die letzte Spur graphitartigen Aussehens. Bezeichnend ist, dass die hangendsten Graphitstreifen bei Dietmannsdorf und Kallwang jenseits des Paltenthalles nur noch durch eine Reihe älterer Halden angezeigt werden, da das dort gewonnene Material nach den Bestimmungen der k. k. geol. Reichsanstalt in Wien wegen seines Aussehens direct für Anthracit erklärt worden war, dessen Gewinnung bei der geringen Wichtigkeit und Anzahl der hier vorkommenden Flötze nicht lohnte. Es wurde indes auch hier nach den mir vorliegenden Proben ein echter, aber äußerst dichter Graphit gewonnen.“

Zur Richtigstellung sei darauf hingewiesen, dass allerdings P. v. Mertens das Vorkommen von Dietmannsdorf chemisch als Anthracit bestimmte (P. v. Mertens: Analyse eines Anthra-

cites von Dietmannsdorf in Steiermark, Verhandlungen der k. k. geol. Reichsanstalt 1872, pag. 185), weil er nach längerer und öfterer Behandlung mit chlorsaurem Kalk und concentrirter Salpetersäure keine Graphonsäure, sondern humusartige Substanzen erhielt. C. v. John aber betont in seiner bereits erwähnten Mittheilung über steirische Graphite (Verhandlungen der k. k. geol. R.-A. 1892, pag. 418), dass selbst diese sogenannten anthracitischen Graphite noch als echte Graphite bezeichnet werden müssen, „weil sie nach der Analyse von P. v. Mertens nur sehr wenig Wasserstoff enthalten und nur nach sehr energischer Behandlung mit chlorsaurem Kali humusartige Substanzen liefern.“ Bemerkt sei übrigens, dass H. Wolf seinerzeit („Über den steirischen Graphit“, Verh. der geol. R.-A. 1871, pag. 115) es versucht hat, auf Grund der Untersuchungen von Professor Miller die obersteirischen Graphite des Palten- und Lisiengthales in zwei altersverschiedene Gruppen zu bringen, von welchen die eine dem Silur, die andere den krystallinischen Schiefern angehören sollte. Ähnliche Ansichten hat auch K. M. Paul in seiner Mittheilung: „Das Graphitwerk im Paltenthale bei Rottenmann in Steiermark“, Verhandlungen der k. k. geol. R.-A. 1872, pag. 169, geäußert, indem er die übrigen obersteirischen Graphite dem krystallinischen Thonglimmerschiefer zuweist, den Dietmannsdorfer Graphit aber für jünger erklärt. Paul sagt (loc. cit. pag. 170): „Von Bedeutung scheint mir auch der Umstand, dass ein in der Grauwacke von Dietmannsdorf auftretender Anthracit, welcher schon dem äußeren Ansehen nach an Graphit erinnert, nach gefälliger Mittheilung von Herrn Stingl auch seiner chemischen Beschaffenheit nach sich dem Graphit annähern soll, so dass wir also hier in einer entschieden hangenden Schicht erst das Niveau der „anthracitischen Graphite“ zu suchen hätten.“ C. v. John hebt in seiner wiederholt citierten Abhandlung hervor, dass nach den neueren Untersuchungen von Toulou, Stur und Vacek alle diese Graphite in carbonischen Schichten liegen, meint aber, dass sie nicht alle in demselben Horizont auftreten, sondern Altersverschiedenheiten zeigen.

Weinschenk legt besonderes Gewicht darauf, dass die Gesteine, welche die Vorkommnisse von Dietmannsdorf

und Kallwang begleiten, besonders starke mechanische Umformungen erlitten haben:

„Die Schiefer, welche diese letzteren Vorkommnisse begleiten, lassen nach den Mittheilungen nicht mehr mit Sicherheit die Erkenntnis ihres rein krystallinischen Charakters zu, wie überhaupt bei so intensiv zermalzten Gesteinen eine Unterscheidung von krystallinischem und klastischem Material große Schwierigkeiten bietet. Jedenfalls sind die Gesteine sehr viel dichter, die einzelnen Gemengtheile noch schwieriger zu bestimmen als bei den anderen. Was ihre mechanische Umformung betrifft, so sind sie z. Th. aufs Intensivste gefaltet und gefaltet, z. Th. weisen sie transversale Schieferung auf, und wo wie bei Kallwang noch Spuren organischer Reste erkennbar sind, erscheinen diese verzerrt und ausgewalzt, so dass man die ursprünglichen organischen Formen kaum mehr ahnen kann und diesen Resten eigentlich mehr aus Analogie mit einzelnen Vorkommnissen aus den liegenden Graphit-schiefern organischen Ursprungs zuschreibt.“

Hieraus wäre doch nur dann ein Argument gegen die dynamometamorphe Natur der Vorkommnisse von Dietmannsdorf und Wald abzuleiten, wenn es sich daselbst in der That um Anthracit handeln würde, der trotz der mechanischen Veränderung seiner Structur, der Begleitgesteine und der Spuren organischer Reste seine Anthracit-Eigenschaften bewahrt hätte. Nun aber wurde nach Weinschenk auch dort (und John stimmt darin mit ihm überein) ein echter Graphit gewonnen.

Es scheint mir also Weinschenk keineswegs zu dem Schlusse berechtigt, dem er mit folgenden Worten (loc. cit. pag. 40) Ausdruck gibt: „Aus diesen Beobachtungen folgt, dass die Graphitvorkommnisse der Steiermark nicht als dynamometamorphes Carbon angesehen werden dürfen, ganz abgesehen davon, dass Schichtensysteme von ähnlicher Zusammensetzung wie das hier vorliegende in manchen anderen Gebieten von den mächtigsten gebirgsbildenden Processen betroffen wurden, ohne eine Änderung des rein klastischen Charakters der Gesteine zu erleiden und ohne dass der Kohlenstoff in die krystallisierte Modification des Graphites übergegangen wäre.“

Das zuletzt angeführte Argument scheint bei flüchtiger Erwägung sehr viel Bestechendes zu besitzen. In der That sind ja große Kohlenfelder von gewaltigen und wiederholten Störungen betroffen worden — es mag genügen, das großartige Beispiel der Faltungen, Verwerfungen und Überschiebungen in den belgischen Kohlenrevieren in Erinnerung zu bringen — ohne dass Dynamometamorphose der Gesteine und der Kohle zur Geltung gekommen wäre. Aber lässt sich davon ein Beweis dafür ableiten, dass eine solche Metamorphose unter anderen Bedingungen nicht doch durch die gebirgsbildenden Kräfte zustande kommen konnte? Die Alpen und Appenninen sind Beispiele gewaltiger Kettengebirge, in welchen wir auf Schritt und Tritt der Einwirkung der Gebirgsbildung in Bezug auf Schichtstellung, Structur der Gesteine u. s. w. begegnen. Und doch sehen wir, dass die meisten mesozoischen Kalkmassen ihre ursprüngliche dichte Beschaffenheit bewahrt haben und nicht in krystallinen Kalk umgewandelt worden sind. Daraus lässt sich aber gewiss nicht der Schluss ableiten, dass eine dynamische Umbildung des gewöhnlichen Kalkes in krystallinen Marmor unmöglich sei, im Gegentheil können wir sehr ausgedehnte Vorkommnisse solcher Marmore (Carrara) nur durch Annahme einer Dynamometamorphose erklären. Eine solche wird auch in den intensiv gefalteten und zusammengeschobenen Kettengebirgen nur auf gewissen mechanischen Umwandlungszonen zustande kommen, wie schon Baltzer gezeigt hat. Für die obersteirische „Grauwackenzone“ ist indes an vielen Stellen die Annahme der mechanischen Umformung die zunächst liegende Erklärung des heutigen Zustandes der Gesteine und der eingeschlossenen Versteinerungen. Ich möchte mir erlauben, den zahlreichen Beispielen, welche Weinschenk selbst in dieser Richtung angeführt hat, ein weiteres zuzugesellen. Durch Herrn Professor A. Hofmann in Příbram erhielt ich schon vor längerer Zeit (vergleiche Verhandlungen der geol. Reichsanstalt 1892, pag. 159) eine Suite von ziemlich deutlich erhaltenen Korallen aus den Bänderkalken des Sunk bei Trieben, welche die Hoffnung wachriefen, dass sie eine genauere Altersbestimmung der betreffenden Schichten gestatten würden. Herr Privatdocent Dr. K. Alphons Penecke

unterzog sich auf meine Bitte der näheren Untersuchung dieser Korallen; er fertigte eine Reihe von Schnitten und Dünnschliffen an, wobei sich indes das unerfreuliche Resultat ergab, dass die dem äußeren Anschein nach nicht so schlecht erhaltenen Korallen schlechterdings keine genauere Bestimmung zuließen. Heute ist es wohl kaum mehr zweifelhaft, dass diese Korallen führenden Bänderkalke carbonischen Alters sein werden, was ich 1892 noch für unwahrscheinlich erklärte, indem ich trotz der von Vacek diesbezüglich gegebenen Darstellungen



Fig. 1. Bänderkalk aus dem Sunk bei Trieben mit zwei Korallen im angewitterten Querbruch.

an der älteren Ansicht von dem silurischen Alter dieser Bildungen festhielt. Es wird wohl auch noch gelingen, außer dem bereits von Stur aus den Magnesiten des Sunk angeführten Bellerophon (Verhandlungen der k. k. geol. Reichsanstalt 1885, pag. 141) weitere sicher bestimmbare Versteinerungen aus den Magnesit-Lagerstätten Obersteiermarks zu erhalten und auch deren stratigraphische Position endgiltig festzulegen.

Dass die Korallen aus den Bänderkalcken des Sunk den von mir gehegten Erwartungen leider nicht entsprachen, hängt mit ihrer inneren Entstellung zusammen. Angewitterte Exemplare sehen, wie Figur 1 zeigt, in der ein Stück des Bänder-

kalkes aus dem Sunk mit zwei Korallen dargestellt ist, ziemlich versprechend aus, man erkennt in dem Querschnitt zumal der größeren Individuums, wenn auch nur undeutlich, noch die Lage der Septa und vermeint, man müsse bei Anfertigung von Schnitten noch mehr zu sehen bekommen. Figur 2, die dasselbe Gesteinstück mit den beiden Korallen von einer anderen Seite darstellt, lässt allerdings erkennen, dass diese Aussichten bei genauerer Untersuchung zerfließen, denn man sieht, dass die beiden Korallen im Längsschnitt sich lediglich als Kalkfasern des Bänderkalkes darstellen.¹



Fig. 2. Das in Fig. 1 dargestellte Gesteinstück ungefähr senkrecht zu der Längsachse der beiden Korallen gesehen.

Die von Herrn Privatdocenten Dr. K. A. Penecke ausgeführten Schnitte und Dünnschliffe ergeben, dass in solchen verzerrten und förmlich „ausgewalzten“ Korallen die feinere Structur gänzlich verloren gegangen ist. Es zeigt sich also hier eine weitgehende Umwandlung der Versteinerungen, die darauf hinweist, dass vermuthlich in ähnlichen dunklen Bänderkalken die hellen spatigen Linsen und Fasern zumeist von dynamometamorph veränderten Versteinerungen herrühren dürften, was freilich nicht ausschließt, dass man gelegentlich an irgend einer Stelle weniger veränderte, bestimmbare Reste finden

¹ Herrn Custos Gottlieb Marktanner bin ich für Anfertigung der Photographien, welche diesen Abbildungen zugrunde liegen, zu bestem Danke verpflichtet.

kann, wie es ja auch Weinschenk möglich war, von Leims vollkommen unverzerrte Kohlenpflanzen zu erhalten.

Wenn in dem obersteirischen Carbonzug in so auffallender Weise eine Zone mechanischer Umformung zutage tritt, verlohnt es sich wohl, einen Blick auf die Tektonik des in Rede stehenden Gebietes im großen und ganzen zu werfen. In treffender Weise hat C. Diener in seiner Abhandlung „Grundlinien der Structur der Ostalpen“, Petermanns Geogr. Mittheilungen, 1899, Heft IX, die Abhängigkeit des Baues dieses Gebietes von dem stauenden Einfluss der böhmischen Masse erörtert und auch in der dieser Abhandlung beigegebenen „Übersichtskarte der Leitlinien der Ostalpen“ zur Anschauung gebracht. Diese Abhängigkeit des Baues des nordöstlichen Theiles der Ostalpen von dem stauenden Einflusse der böhmischen Masse prägt sich bekanntlich nicht in den äußeren Falten des Kettengebirges aus; die Sandsteinzone streicht unbeirrt an dem Südrande der böhmischen Masse und von dieser durch eine wechselnde Breite jüngerer Gebilde getrennt vorüber. In der Kalkzone erst sind es die großen, bis in die untere Trias hinabreichenden Aufbrüche, welche in ihrem Verlaufe einen auffallenden Parallelismus mit den Begrenzungslinien der böhmischen Masse erkennen lassen. Vor allem gilt dies von jenem großen, nach Norden offenen Bogen, dessen Endpunkte, Gmunden im Westen und Mödling im Osten, ganz am Nordrande der Kalkzone liegen, während sein Scheitel bei Windischgarsten sich der „Grauwackenzone“ nähert. Der Verlauf dieser bedeutsamen tektonischen Linie ist schon von F. v. Hauer in seinen Erläuterungen zur „Geologischen Übersichtskarte der österreichischen Monarchie“, Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt, 1868, pag. 13, und sodann von E. Sueß in seinem Werke über die Entstehung der Alpen, pag. 21, hervorgehoben worden. Die „Grauwackenzone“ selbst — ich möchte diesen Ausdruck für die gesammte Masse paläozoischer, theilweise in ihrer stratigraphischen Stellung noch nicht vollkommen gesicherten Bildungen vorläufig noch weiter gebrauchen — verläuft zunächst im Ennsthale, nahezu Westost, biegt dann nach Südost, um über die Palten-Liesing- (oder Rottenmanner-)Furche gegen das Murthal zu ziehen und

biegt sodann in der Gegend von Leoben wieder nach Nordost, um gegen den Semmering zu verlaufen. Das Streichen der angrenzenden Theile der Centralzone entspricht diesem bogenförmigen Verlaufe, wie Vacek in seiner Abhandlung: „Über den geologischen Bau der Centralalpen zwischen Enns und Mur“, Verhandlungen der geol. Reichsanstalt, 1886, pag. 73, dargelegt hat. „Der Einfluss des böhmischen Massivs“ — sagt Diener a. o. a. O., pag. 5 des Sep.-Abdr. — „macht sich in dieser Ablenkung des Gebirgsstreichens in gleicher Weise bemerkbar, wie in dem stumpfwinkligen Verlauf der Stauungsbrüche in der nördlichen Kalkzone, nur dass der Scheitel des Winkels in den Centralalpen ein wenig gegen Osten verschoben erscheint.“ In meinem Berichte über die obersteirischen Beben des ersten Halbjahres 1899 (zumal über die Erschütterungen vom 1., 7. und 29. April) — Mittheilungen der Erdbebencommission der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, XIV., Sitzungsbericht des math. nat. Cl., Bd. CVIII, Abth. I, October 1899, pag. 617, habe ich zu zeigen versucht, dass die Erdbebenlinien Obersteiermarks zum großen Theile mit den erörterten Stauungszonen zusammenfallen. Gleiches gilt wohl auch von der dynamometamorphen „Grauwackenzone“.

Hatten die bisherigen Ausführungen den Zweck, die von Weinschenk versuchte Widerlegung der Ansicht von der mechanischen Umformung der obersteirischen Graphite zu erörtern und seine Einwendungen als nicht stichhältig zu erweisen, so haben wir uns nunmehr mit Weinschinks eigener Hypothese von der contact metamorphen Natur dieser Graphite zu beschäftigen. Er sucht, nachdem die Graphitvorkommnisse der Steiermark nicht als dynamometamorphes Carbon angesehen werden dürfen, nach einer anderen Ursache der Metamorphose und sagt, dass diese auch thatsächlich in dem unmittelbar die umgewandelten Schichtensysteme unterlagernden Centralgneis gegeben sei. Er verweist darauf, dass er den Nachweis geführt habe, dass die als „Centralgneis“ bezeichneten Gesteine im Gebiete der Hohen Tauern und der Zillerthaler Alpen alle charakteristischen Eigenschaften echter Intrusivgesteine an sich tragen und nur durch locale Einflüsse schieferig ausgebildete Granite sind (E. Weinschenk: „Beiträge zur

Petrographie der östlichen Centralalpen, speciell des Groß-Venediger Stockes, II. Über das granitische Centralmassiv und die Beziehungen zwischen Granit und Gneis“, Abhandl. d. bayr. Akad. d. Wissensch. 1894, Bd. 18, III, 717, und „Zur Kenntniss der Entstehung der Gesteine und Minerallagerstätten der östlichen Centralalpen“, Neues Jahrb. f. Mineral. u. s. w., 1895, I, 221); es sei sonach nahe gelegen, auch die hier als Centralgneis bezeichneten Gesteine in dieser Richtung näher zu erforschen. Weinschenk findet nun allerdings gewisse Abweichungen in den beiden verglichenen Gebieten, aber doch so viel Analogien, dass im allgemeinen Übereinstimmung herrscht. Er sagt „Die Gneise, welche das unmittelbar Liegende der Graphitlagerstätten bilden, weisen zwar in ihrer Ausbildung einiges Abweichende von denjenigen auf, welche in den Hohen Tauern studiert wurden, vor allem eine eigenthümlich stenglige Structur, die seinerzeit schon von Foullon besonders hervorgehoben wurde. Abgesehen von dieser aber, ist die Beschreibung, welche dieser Forscher von den in Betracht kommenden Gesteinen gibt und mit der sich meine Beobachtungen an ziemlich umfangreichem Material decken, im allgemeinen völlig übereinstimmend mit dem Befunde an den Gesteinen des westlichen Gebietes, so dass man sie direct auf jene übertragen kann.“ Hiegegen ist nun gewiss keine Einwendung zu erheben und ebensowenig gegen die unmittelbar anschließenden Ausführungen Weinschinks: „Die porphyrtartige Ausbildung, welche Foullon erwähnt und welche man an jedem Handstück dieser „Gneise“ beobachtet, ist dort in den Randzonen der Massive, die ebenso schieferig ausgebildet sind wie hier, eine gewöhnliche Erscheinung, das Auftreten einer großen Menge von Plagioklas, welcher bald central, bald in seiner ganzen Masse Einschlüsse von glimmerartigen Mineralien, von Epidot u. s. w. in größter Anzahl umschließt, ohne dass die Feldspatsubstanz weder in allernächster Umgebung der Einschlüsse, noch sonst an irgend einer Stelle die geringste Spur einer Trübung aufweist, welche auf eine Umwandlung hinweisen könnte. Das Fehlen dieser Einschlüsse im Orthoklas und Quarz der Gesteine gehört dort zu den charakteristischsten Erscheinungen. Wenn man ferner beobachtet, dass die „Gneise“

im Pressnitzgraben mit einer allmählichen Entfernung vom Contact mit den Graphitschiefern ihre schieferige Beschaffenheit mehr und mehr einbüßen, dass sie z. B. am Bösenstein in fast richtungslose Gesteine ganz allmählich übergehen, dass sie hier wie dort bald langgezogene, bald mehr rundliche dunkle Putzen umschließen und von schmalen Gängen echter Aplite durchsetzt werden, so hat man die hauptsächlichsten Eigenthümlichkeiten der vom Verfasser als Centralgranit bezeichneten Gesteine vor sich, welche durchaus für einen genetischen Zusammenhang der hier vorliegenden Gebilde mit denjenigen im Gebiete der Hohen Tauern sprechen, d. h. dafür, dass es sich auch hier um einen eigentlich intrusiven Granit handelt.“

Gegen diese Ausführungen scheint mir nun weder ein gegen den thatsächlichen Befund, noch gegen die abgeleiteten Folgerungen sich kehrender Einwand zulässig. Auch ich möchte den sogenannten „Gneis“ des Bösenstein als einen ursprünglichen Granit betrachten, der später eben infolge jener mechanischen Umwandlungsvorgänge local Gneisstructur angenommen hat. Dies wird auch schon durch die bisherigen Untersuchungen C. Doelters in dem krystallinischen Schiefergebirge der Niederen Tauern, der Rottenmanner und Seethaler Alpen (diese Mittheilungen, Jahrgang 1896, Graz 1897) in hohem Grade wahrscheinlich gemacht. Doelter sagt (loc. cit. pag. 123 und 124): „Ob die schönen Augengneise der Grafenalpe, des Rabenbauergrabens und ihrer Fortsetzung etwa eine Analogie zu dem sogenannten Centralgneis bilden, für welchen durch die schönen Untersuchungen Weinschenk's der Granitcharakter festgestellt wurde, und ob wir nicht etwa auch hier einen eruptiven Gneisgranit anzunehmen haben, bleibe noch unentschieden. Thatsächlich kommt in dem den Hauptkamm der Niederen Tauern bildenden Gneismassiv häufig auch ein schönes porphyrtartiges Gestein vor, welches, abgesehen von einer deutlichen Parallelstructur, ganz den Eindruck eines porphyrtartigen Granites (Granitporphyrs) macht, welcher durch Druck schieferig geworden ist, und hat dieses Gestein mit manchen Gneisgraniten des später zu betrachtenden Granitvorkommens der Rottenmanner Tauern manche Ähnlichkeit, so

dass auch für dasselbe die Bezeichnung Gneisgranit die richtige sein dürfte und auch eine eruptive Entstehung nicht unwahrscheinlich ist.“ Über die innige Verknüpfung von Granit und Gneis im Gebiet der Rottenmanner Tauern spricht Doelter (loc. cit., pag. 139—142) ausführlicher; er äußert Ansichten, welche hinsichtlich der eruptiven Natur der Gebilde mit jenen Weinschenks übereinstimmen, spricht sich aber ziemlich reserviert über die Beziehungen des Gneisgranites und Granites zu den echten schieferigen Gneisen und über das geologische Alter der ersteren aus. Er sagt (loc. cit., pag. 141): „Was nun die Frage des Lagerungsverhältnisses zwischen Granit, Gneisgranit und den schieferigen, später zu besprechenden Gneisen anbelangt, so ist es schwer, darüber eine bestimmte Ansicht sich zu bilden, insbesondere aber das Alter des Granites zu bestimmen. Dass der Granit älter als die krystallinischen Kalke, welche selbst wieder über Glimmerschiefer lagern, ist, wird mit Sicherheit durch die Beobachtung am Steinbruche bei St. Johann nachgewiesen. Dagegen ist im westlichen Granitmassiv kein sicherer Anhaltspunkt darüber, ob der Granit die Gneis- und Glimmerschieferseichten durchbrochen habe, oder ob er von denselben überlagert wird, aber die Verhältnisse sprechen doch eher für ein Durchbrechen durch den Granit.“

Es wird überhaupt in allen ähnlichen Fällen leichter sein, die eruptive Natur der betreffenden gneisähnlichen Gesteine zu erweisen, als die Eruptionszeit festzustellen. Gerade die letztere aber ist bei der Erklärung der contact-metamorphen Einwirkung, welche von den Massengesteinen ausgegangen sein soll, von der größten Bedeutung.

In unserem Falle ist Weinschenk gewiss im Recht, wenn er das als Centralgneis bezeichnete Gestein für ein ursprüngliches Intrusivgestein erklärt. Er argumentiert dann weiter: „Ist aber das als Centralgneis bezeichnete Gestein ein Intrusivgestein, so muss nach allen Beobachtungen in solchen Gebieten, wo an dem Charakter des Massengesteins ein Zweifel überhaupt nicht möglich ist, die Umgebung durch die Einwirkung der Contactmetamorphose verändert sein.“ Nun kann aber eine solche Metamorphose doch wohl nur auf solche Gesteine

ausgeübt werden, welche älter als das Eruptivgestein sind und von demselben durchbrochen und verändert wurden. In unserem Fall spricht gegen eine solche Annahme vor allem der Umstand, dass nirgends Gänge oder Apophysen von Granit oder granitartigem Gestein vorhanden sind, welche die Schichtserie des Carbon durchsetzen. Abgesehen von diesem negativen Befund, der ja geringere Beweiskraft besitzen mag, spricht die Thatsache, dass unter dem obersteirischen Carbon Conglomerate auftreten, in welchen jene Gneise als Gerölle sich finden, dafür, dass die Gneise viel älter sein müssen. Vacek rechnet diese Bildungen der „Quarzphyllit-Gruppe“ zu, die er als archaisch betrachtet. Wenn man auch die Abgrenzung der Quarzphyllit-Gruppe und ihr geologisches Alter noch als etwas zweifelhaftes betrachten mag, so steht doch so viel fest, dass der Horizont des „Rannach-Conglomerates“, wie es Vacek genannt hat, unter jenen Carbonbildungen liegt, welche angeblich durch den Centralgneis contactmetamorph beeinflusst worden sind. Der Nachweis dieses Conglomerates durch Vacek hat sonach für die erörterte Frage entscheidende Bedeutung. In seinem in der Sitzung der geologischen Reichsanstalt am 7. Jänner 1890 gehaltenen Vortrage „Über die krystallinische Umrandung des Grazer Beckens“ sagt Vacek (Verhandlungen der geol. Reichsanstalt 1890, pag. 17): „Schon bei der ersten Begehung fiel am Nordabfalle der Rottenmanner Tauern ein Zug von anscheinend groben Flasergneisen auf, welche vielfach mit unregelmäßigen Putzen und Knollen von Quarz förmlich gespickt waren. Die petrographische Untersuchung der Grundmasse, in welche die Quarzknollen eingebettet liegen, ergab das Vorhandensein aller drei Mineral-elemente des Gneises und wurde dieselbe sonach ganz richtig als fast weißer grobflaseriger Gneis bestimmt. (Verhandl. 1886, pag. 113.) Eine nähere Untersuchung der Quarzknollen aber zeigte, dass dieselben sich auf das schärfste gegen die grobflaserige Gneismasse, in der sie eingebettet liegen, abgrenzen, sowie dass ihre Gestalt, wenn man sie aus der Grundmasse herauschälte, mannigfache Geröllformen zeigte. Was aber das Interessanteste an der Sache war, es fanden sich in dieselbe gneisartige Grundmasse eingebettet auch wahre Roll-

stücke von körnigen Gneisen, welche ihrer petrographischen Beschaffenheit nach mit gewissen Gneisvarietäten der Rottenmanner Tauern übereinstimmten. Die neuerliche Begehung und aufmerksamere Untersuchung des Gesteinszuges hat aber gezeigt, dass diese Gneisgerölle, wenn sie auch nicht sehr häufig sind, doch auch durchwegs nicht zu den Seltenheiten gehören, und es gelang im Rannachgraben (Mautern SO.) eine ganze Reihe von Stücken zu sammeln, welche die Geröllnatur der Gneiseinschlüsse, sowie auch der Quarzknollen außer jeden Zweifel setzen.“ Und weiter bemerkt Vacek (loc. cit., pag. 18): „Es könne keinem Zweifel unterliegen, dass man es hier mit einem echten Conglomerate zu thun habe, welches wie ein Mantel den Nordabfall des Rottenmanner Tauern-Massivs überkleidet und dessen Material aus der großen Gneismasse dieses alten Kernes stammt. Dieses Conglomerat ist besonders im Rannachgraben sehr gut und bequem zu beobachten, nach welcher Localität man dasselbe, der Kürze halber, als Rannach-Conglomerat bezeichnen könnte. Vom Rannachgraben aus kann man die Conglomeratbildung einerseits durch den obersten Rabengraben und Hagenbachgraben bis in die oberen Liesingthäler verfolgen, andererseits am Nordabhange des Klagkogel, Hennerkogel und Kraubatheck bis in die Gegend von Kaisersberg nachweisen.“

Das Vorkommen dieses Rannach-Conglomerates mit Geröllen des Centralgneises beweist das höhere Alter des letzteren, der sonach unmöglich die Gesteine und Flötze der Carbonformation contactmetamorph beeinflusst haben kann.

Zur Stütze seiner Ansicht von der eruptiven Natur des Centralgneises bemerkt Weinschenk noch: „Weiter bestätigt wird diese Ansicht noch durch das Auftreten des Weißsteines oder Phyllitgneises als directe Grenze gegen die Schiefer, welcher in seinem Aussehen und seinem mikroskopischen Verhalten der eigenartigen aplitischen Randfacies entspricht, die man an den Centralgranitmassiven so außerordentlich häufig findet.“ Wiewohl dieser Satz nur in nebensächlicher Beziehung zu der hier erörterten Frage steht — da ja die eruptive Natur des Centralgneises oder Central-

granites auch von mir acceptiert wurde — möchte ich doch auf die Darlegungen Vaceks verweisen, aus welchen hervorgeht, dass dem „Weißsteine“ eine solche Rolle nicht zukommen kann. Vacek sagt (am oben a. O., pag. 18): „Das Rannach-Conglomerat bildet nun die regelmäßige stratigraphische Basis, das einleitende Grundglied der oben erwähnten Zone von vorwaltend schieferigen Gneisgesteinen, unter denen besonders ein lichter, quarzreicher, ebenflächig schiefernder Phyllitgneis, der in der Literatur so oft erwähnte schieferige Weißstein Millers, durch seine schwerere Verwitterbarkeit am meisten hervortritt. Verfolgt man im Rannachgraben das Profil von dem Conglomerate aufwärts, dann sieht man dieses zunächst nach oben allmählich feinflaserig werden und endlich übergehen in einen circa 200' mächtigen Complex von schieferigen Gesteinen, die im äußeren Habitus den gewöhnlichen Quarzphylliten nahestehen. Auf dieses Glied folgt regelmäßig der oberwähnte schieferige Weißstein, in der Mächtigkeit von über 200' einen sehr markierten Horizont bildend. Höher verquert man eine 300 bis 400' mächtige Zone eines eigenthümlich grusigen, sandsteinartigen Gesteines von der Zusammensetzung des Gneises (Verhandl. 1886, pag. 114), worauf abermals eine feinschieferige Zone sich einstellt, ähnlich jener, die unmittelbar über dem Conglomerate folgt. Die leichte Zerstörbarkeit dieser Schieferzone bedingt eine weit fortstreichende alte Depression, welche größtentheils von den übergreifend lagernden Bildungen der Carbonegruppe eingenommen ist, so dass diese obere Schieferzone, auf welche nun die große Masse der normal entwickelten Quarzphyllite folgt, nur an wenigen Stellen zutage tritt. Hiernach stellt sich das Rannach-Conglomerat als das basale oder Grundglied der Quarzphyllitserie dar und bildet so eine wertvolle scharfe Grenzmarke gegen die Masse der Urgneise, von denen man die gneisartigen Gesteine im Hangenden des Rannachconglomerates sehr sorgfältig getrennt halten muss, da sie sich theilweise schon ihrer psammitischen Textur nach als regenerierte Gneise darstellen.“

Wenn Weinschenk seine Beweisführung mit den Worten schließt: „Endlich spricht auch das Vorkommen blasig und schlackig ausgebildeter Graphitgesteine sehr für die Um-

wandlung durch eine Einwirkung vulkanischer Natur“, so kann dem gegenüber, wie schon oben erörtert, wohl daran festgehalten werden, dass solche Veränderungen in Kohlenflötzen auch durch dynamometamorphe Einwirkung zustande kommen können.

In einem Referate über Weinschenk's Veröffentlichung, welches in Nr. 7 der Verhandlungen der k. k. geol. Reichsanstalt 1900, pag. 197, erschien, wendet sich Vacek mit folgenden drastischen Ausführungen gegen die von Weinschenk geäußerten Ansichten: „Die zuversichtliche Darstellung des Autors, die so interessante Ausblicke auf das Gebiet der Theorie eröffnet, erscheint geeignet, so manchen einzunehmen, der die Sachlage nicht näher kennt. Wer jedoch mit dem heutigen Stande der Kenntnisse in dem vorliegenden Gebiete näher vertraut ist, sieht auf den ersten Blick, dass das vom Autor als Grundlage seiner Theorien verwendete Datenmaterial bedeutende Schwächen zeigt, die zum Theile auch darauf zurückzuführen sind, dass er keine Zeit fand, sich um die neuere Literatur über die Gegend zu kümmern. Er scheint gar nicht zu wissen, dass seit Stur jemand in dem Gebiete gearbeitet hat und dass Versuche zu einer stratigraphischen Gliederung der krystallinischen Schichtmassen gerade aus dieser Gegend vorliegen, durch welche die verschwommenen Begriffe ‚Centralgneis‘ und ‚Schieferhülle‘ einigermaßen geklärt wurden.“

„Es zeugt von wenig Kritik, wenn jemand ein von einem Nichtgeologen erhaltenes Profil veröffentlicht, das dem von Stur (Jahrb. 1883, pag. 191) gebrachten auffallend nachempfunden ist, und wenn er zudem nicht weiß, dass dieses Stur'sche Profil von einem späteren wissenschaftlichen Arbeiter (Verhandlungen 1895, pag. 297) als gänzlich verfehlt bezeichnet worden ist. In dem Profile Sturs und so auch v. Millers erscheinen die Straten zweier grundverschiedener Serien, nämlich die klastischen Bildungen des Carbons (Conglomerate, Sandsteine, graphitführende Chloritoidschiefer und Kalke) und die krystallinischen Bildungen des Quarzphyllitsystems (Weißstein, Grünschiefer, Glimmerschiefer, Phyllite), bunt durcheinander gemengt, wie Referent (l. c.) schon

klar gezeigt hat und Herrn Weinschenk nicht gänzlich unbekannt sein sollte, sofern er über die gleiche Gegend schreibt.“

„Herr Weinschenk gibt ferner an, dass die als „Weißstein“ bezeichnete Bildung die obere Grenze der nach ihm eruptiven Gneismassen des Bösenstein bezeichne und ihrerseits die directe Unterlage bilde für den untersten Horizont der graphitführenden Schiefer. Er weiß also gar nichts davon, dass gerade aus der von ihm angezogenen Leims-Gegend und dem unmittelbar benachbarten Rannach-Graben ein sehr interessantes mächtiges Conglomeratglied (Rannach-Conglomerat) bekannt ist, welches stratigraphisch noch tiefer liegt, als der Weißstein, und welches als Basis der Quarzphyllitserie das eigentliche Grenzglied gegen die Gneismassen bildet. Herr Weinschenk kann über diese, den Eruptivtheorien freilich sehr unbequeme Bildung und ihrer stratigraphischen Verhältnisse in Verhandlungen 1890, pag. 17, das Nähere nachlesen. Er wird dann begreifen, in welchem sonderbaren Lichte die theoretischen Speculationen über die Rolle des Weißsteines, als einer eigenartigen, aplitischen Randfacies der Centralmasse, demjenigen erscheinen müssen, der das tiefere Grundconglomerat der Quarzphyllitserie auf meilenweite Strecken entlang dem Nordrande des Bösensteinmassivs verfolgt hat.“

Mit Recht verweist hier Vacek auf das Rannach-Conglomerat, dessen Auftreten in der That die ganzen Darstellungen Weinschinks als unzulässig erscheinen lässt, soweit sie sich auf die contactmetamorphe Einwirkung des Centralgneises auf die Carbonserie beziehen. Hingegen scheint mir Vacek nicht im Rechte, wenn er in den Rottenmanner Tauern aus der schieferigen Natur der Gneise die Unmöglichkeit ihrer einstigen eruptiven Rolle schließen will. Er sagt: „dass die wohlgeschichteten, ja vielfach von schieferigen Straten durchsetzten Gneise der Rottenmanner Tauern keine Eruptivbildungen, sondern unzweifelhafte Lagermassen sind, leuchtet jedem ein, der nur einmal das Profil dieses Gneismassivs verquert hat. Diese Gesteine sind aber auch mit den sogenannten Centralgneisen der Hohen Tauern in keiner Weise in Parallele zu stellen, wie Herr Weinschenk annimmt. Dieselben nehmen

vielmehr ein bedeutend höheres Niveau im Gneisprofile ein und sind stratigraphisch von den viel tieferen Centralgneisen durch eine mächtige Serie von Hornblendegneisen und sericitischen Schiefergneisen mit Quarziteinlagerungen getrennt. Ein Theil dieser, zum Theile hornblendereichen Gneisschieferserie ist im südwestlichen Theile der Rottenmanner Gneisinsel selbst (St. Oswald N.) als normales Liegende der lichten Zweiglimmergneise, die das vorherrschende Gestein des Bösensteinmassivs bilden, klar aufgeschlossen“.

Ich halte diese Ansicht den neueren, über die Petrographie und den geologischen Bau der Rottenmanner Tauern bekannt gewordenen Daten (Vergl. die oben diesbezüglich citierten Ausführungen Doelters) gegenüber kaum für richtig, glaube vielmehr, dass wir zum mindesten in einem großen Theile dieser Gneise alte Granite zu sehen haben, welche dynamometamorph zu Gneisen geworden sind, also ihrerseits ebenso passiv den Einwirkungen der gebirgsbildenden Kräfte unterlagen, wie die nach Weinschenk's Hypothese durch eben jene Granite auf dem Wege der Contactmetamorphose zu Graphit gewordenen Kohlenflötze, die zu einer viel späteren Zeit abgelagert wurden, als jene Massengesteine erumpierten.

Die mechanische Umformung dieser Granite zu Gneis und der Kohlenflötze zu Graphit ist aber wohl den allerjüngsten Zeiträumen der Erdgeschichte zuzuschreiben, zumal wir wissen, dass die ganze Zusammenschiebung der Alpen eine sehr moderne Erscheinung ist, und die häufigen Erdbeben auf großen Störungslinien, die in so auffallender Weise mit Zonen der mechanischen Umformung zusammenfallen, lehren, dass die Vorgänge der Gebirgsbildung noch nicht zur Ruhe gekommen sind.

Nachträgliche Bemerkung.

Als die Drucklegung des vorstehenden Aufsatzes bereits weit vorgeschritten war, kam mir die in den Abhandlungen der königl. bayrischen Akademie der Wissenschaften, II. Cl., XXI. Bd., II. Abhdl., 1900, veröffentlichte Arbeit von Ernst Weinschenk: „Zur Kenntniss der Graphitlagerstätten, chemisch-

geologische Studien, II. Alpine Graphitlagerstätten“ zu Gesicht. Ihr wesentlicher Inhalt deckt sich fast vollkommen mit jenem der oben erörterten Mittheilung desselben Autors in der Zeitschrift für praktische Geologie, nur etwelche petrographische Details, die für die hier erörterte Frage von relativ geringer Bedeutung sind, werden in der größeren Abhandlung hinzugefügt, so dass ich mich nicht veranlasst sehen kann, eingehender auf sie zurückzukommen, als es in der nachstehenden Bemerkung geschieht.

In der pag. 235 von Weinschenk angeführten Literatur finden sich wohl M. Vacek: „Über die krystallische Umrandung des Grazer Beckens“, Verhdl. d. geol. Reichsanstalt 1890, 9 und C. v. John: „Über steirische Graphite“, ebenda 1892, 413 angeführt, doch blieben die Ausführungen beider Autoren in Weinschenks größerer Abhandlung ebenso unberücksichtigt, wie in dem in der Zeitschrift für praktische Geologie veröffentlichten Aufsatz.

Dafür erörterte Weinschenk in den Abhandlungen der königl. bayrischen Akademie außer dem oft erwähnten Profil durch den Leimser Graben (loc. cit. pag. 240) auch ein „Profil durch den Graphitbergbau im Sunk“ (pag. 239), welches ihm von Herrn Bergingenieur E. v. Miller zur Verfügung gestellt wurde und im wesentlichen mit dem von Professor A. von Miller in diesen „Mittheilungen“, Jahrgang 1896, veröffentlichten, beziehungsweise den Bemerkungen Dr. Richard Canavals, betreffend das geologische Alter der Graphitlagerstätte von Kallwang (loc. cit. pag. 149—159), angefügten Profile identisch ist. Die Kritik, welche dieses Profil durch Vacek in den Verhandlungen der k. k. geol. Reichsanstalt 1897, pag. 230—233, erfahren hat, scheint Weinschenk nicht gekannt oder doch nicht berücksichtigt zu haben. Er erkennt jedoch die Bedenken, welche der Annahme der Auflagerung von silurischem Kalk auf Carbonschichten im Triebenstein entgegenstehen, erwähnt, dass keine Andeutung einer Überschiebung vorliegt, und meint, dass die Annahme, dass es sich um permische Ablagerungen handle, in viel natürlicherer Weise den beobachteten Verhältnissen entsprechen würde. Weinschenk erwähnt ferner die dichte Beschaffenheit dieser

Kalke, welche nur wenig mit dem Habitus contactmetamorpher Kalke übereinstimmt, und wagt es nicht, zu entscheiden, ob hieraus ein Schluss auf das Alter des Centralgranites abzuleiten ist. Dem gegenüber möchte ich der Ansicht Ausdruck geben, dass die Beschaffenheit dieser Kalke allerdings gegen das Vorhandensein einer Contactmetamorphose geltend gemacht werden kann, und zwar umsomehr, als sie durch keine wesentliche Zeitdifferenz von den unterlagernden carbonischen Graphitschiefern getrennt sind, vielmehr einer und derselben großen Ablagerungsepoche angehören, die viel jünger ist, als die Eruptionszeit der archaischen Centralgranite.

Pag. 247 spricht sich Weinschenk über das Auftreten von dem „Weißstein“ ähnlichen Gesteinen im Hangenden des ersten Graphitschieferzuges dahin aus, dass derselbe keineswegs die genetische Zusammengehörigkeit dieser Gesteine mit den Graphitschiefern beweise, sondern vielmehr als eine lagenartige granitische Apophyse zu denken sei. Für diese vollkommen willkürliche Annahme fehlen jedoch alle Anhaltspunkte. Man hätte erst dann das Recht von Apophysen zu sprechen, wenn man den Zusammenhang der betreffenden Vorkommnisse mit dem Centralgneis in irgend einer Weise feststellen könnte; ehe dies geschieht, ist es doch ungleich wahrscheinlicher, eine einfache Einlagerung anzunehmen, zumal auch die von Weinschenk nur mit wenigen Worten erörterte petrographische Beschaffenheit es keineswegs ausschließt, dass es sich um dynamometamorphe Sedimente handelt. Weinschenk erwähnt lediglich das Fehlen von Bestandtheilen, die in den übrigen Gesteinen überall, wenn auch in wechselnder Menge auftreten, vor allem des Graphites und seines ständigen Begleiters, des Rutils, sowie der von Foullon als besonders bezeichnend erkannten Blättchen von Choritoid. Diese Merkmale reichen aber doch wohl keineswegs hin, um die fraglichen gneisartigen Gesteine mit Sicherheit als lagerförmige Apophyse des Centralgneises anzusprechen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark](#)

Jahr/Year: 1901

Band/Volume: [37](#)

Autor(en)/Author(s): Hoernes Rudolf

Artikel/Article: [Der Metamorphismus der obersteirischen Graphitlager. 90-131](#)