

# Cliftonit aus dem Meteoreisen von Magura, Arvaer Comit.

Von

*Dr. Aristides Brežina.*

Graphit in tesseralen Krystallformen wurde zuerst von Partsch und Haidinger nach Mittheilung des Letzteren<sup>1)</sup> im Meteoreisen von Magura (Arva) entdeckt und für pseudomorph nach Pyrit gehalten. Haidinger schreibt hierüber: »... Es fanden sich die wohlbekannten Combinationen des Hexaëders und des Pyritoides  $\frac{1}{2} F_2$  von  $126^\circ 52' 12''$ , die so gewöhnlich am Schwefelkies vorkommenden Würfel mit schief abgestumpften Kanten, ganz aus Graphit bestehend, der sogar hin und wieder die Schüppchen deutlich den Würfelflächen parallel zeigte.«

Gustav Rose, welchem Haidinger die Pseudomorphosen zur Ansicht gesendet hatte, fand sie holoëdrisch, wodurch er auf die Vermuthung<sup>2)</sup> gebracht wurde, sie könnten umgewandelte Diamantkrystalle sein, obwohl Diamant in Meteoriten noch nicht beobachtet worden sei. »Haidinger glaubte darin die Form einer Combination des Hexaëders mit dem Pentagondodekaëder zu erkennen und nimmt daher an, dass die Pseudomorphosen aus Eisenkies entstanden wären, eine Ansicht, die ich jedoch nicht theilen möchte, da Eisenkies mit Sicherheit in den Meteoriten bis jetzt nicht beobachtet ist, und die Pseudomorphosen selbst, die Herr Haidinger die Güte hatte, mir zur Ansicht zu schicken, mir mehr die Form eines Hexaëders mit zugeschärften als mit schief abgestumpften Kanten zu haben schienen. Man kann nun aber fragen, woraus die Pseudomorphosen dann entstanden wären? Am nächsten liegt hier nun wohl die Annahme, dass dies der Diamant gewesen sei; wenn aber auch diese Annahme durch die Form der Pseudomorphose und die Möglichkeit der Bildung gerechtfertigt wird, so findet sie doch darin eine grosse Schwierigkeit, dass eben Diamanten in den Meteoriten bisher noch nicht beobachtet sind.«

Vor zwei Jahren fand Fletcher<sup>3)</sup> ganz ähnliche tesserale Graphitkrystalle in den Meteoreisen von Penkarring Rock (Youndegin) und Cosby's Creek (Sevier Co.), deren ersteres mit Magura zur selben, der Arva-Gruppe, gehört, während Cosby's Creek ein Glied der sehr nahe verwandten Bemdegogruppe ist, welche sich von der Arvagruppe nur durch das Fehlen der schreibersitähnlichen Rippen im Kamacite unterscheidet. Fletcher beschreibt die Krystalle aus dem Penkarringeisen wie folgt (Uebersetzung von Seite 126, Alinea 1 und 2):

»Die Krystalle waren ungefähr hundert an Zahl, die durchschnittliche Breite der grösseren unter ihnen betrug ein Viertelmillimeter (ein Hundertstel eines Zolles).

»An allen Krystallen herrschen die Flächen des Würfels: viele sind scharfbegrenzte einfache Würfel; manche haben die Kanten durch die Flächen des Dodekaëders abgestumpft, wie durch goniometrische Messung erwiesen wurde; an anderen sind die Kanten

1) W. Haidinger, Graphit, pseudomorph nach Schwefelkies. Poggendorff's »Annalen«, Band 67, Seite 437—439, 1846.

2) G. Rose, Beschreibung und Eintheilung der Meteoriten. Berlin 1863, S. 40.

3) L. Fletcher, On a Meteoric Iron found in 1884 in the Sub-district of Youndegin, Western Australia, and containing Cliftonite, a cubic form of Graphitic Carbon. Mineralogical Magazine, Band 7, Seite 121—130, 1887.

durch gerundete Flächen eines Tetrakisheptaeders ersetzt; hin und wieder sind eine oder mehrere der Würfelflächen durch eine sehr stumpfe, fast flache, quadratische Pyramide ersetzt. Einer der Würfel zeigt einspringende Kanten, was auf ein lamellares Wachs- thum schliessen lässt. Es wurde auch eine kleine Gruppe aus drei parallelen Krystallen beobachtet.«

Und weiter unten (Seite 128, Alinea 5) sagt Fletcher, nachdem er Zweifel über die pseudomorphe Natur der Krystalle geäußert hat:

»Demgemäss wurden die Youndeginkrystalle unter dem Mikroskop mit einem viertelzölligen Objectiv untersucht. Eine der Dodekaederflächen, der Form nach ein verlängertes Sechseck, zeigte ruffartige Erhöhungen, symmetrisch zur abgestumpften Würfelfkante und parallel zu den zwei kurzen, in einer trigonalen Ecke zusammenstossenden Hexagonseiten. Von den Flächen mehrerer der Krystalle entspringen spitz konische, fast nadelförmige Hervorragungen der gleichen Substanz von mehr oder weniger unregelmässiger Form: manchmal wird der grössere Theil einer Würfelfläche von einem angenähert kugelförmigen Gebilde bedeckt, deren eines ab und zu zerbrochen ist; man sieht dann, dass es lediglich eine dünne, nunmehr leere Schale ist, welche die Würfelfläche zum Boden hat, in der Form an eine geplatze Blase erinnernd. Ein Exemplar war offenbar ein Bruchstück von einem hohlen Würfel.

»Die Krystalle sind leicht zerbrechlich; einer derselben liess sich durch sanften Druck zwischen einer Glasplatte und einem Blatt Papier auseinanderfalten und bog sich dabei nach einer Würfelfkante um, als wenn der Krystall hohl gewesen und eingedrückt worden wäre. Unter dem Mikroskop betrachtet, erwies sich ein dünnes Fragment aus mehreren getrennten Schichten parallel einer Würfelfläche zusammengesetzt und auf seiner Innenseite sah man eine glänzende dreieckige Fläche in der Zone einer Würfelfkante; ein anderes dünnes quadratisches Fragment, ohne Zweifel eine der ursprünglichen Würfelflächen, hat eine körnige Innenseite und seine Ränder sind unter rechten Winkeln gegen die Fläche gebogen, als wenn es einen Theil einer Schale gebildet hätte. Das Pulver dieses Krystalls war schuppig und gab einen kaum sichtbaren Strich auf dem Papier. Drei andere Krystalle erwiesen sich als massiv. An den Bruchstücken war keine Spaltbarkeit wahrzunehmen.

»Die Krystalle scheinen ihrer Substanz nach vollkommen homogen zu sein.

»Obwohl einige dieser Eigenschaften mehr oder weniger deutlich auf einen pseudomorphen Ursprung der Krystallform hindeuten, lässt sich doch nicht sagen, dass sie genügen, um einen solchen Ursprung festzustellen. Die leichte Zerbrechlichkeit, das Fehlen einer deutlichen Spaltbarkeit, die hohle Form und die gelegentlich schalige Structur sind, obwohl an Pseudomorphosen gewöhnlich, doch nicht unvereinbar mit der Ursprünglichkeit der Form: hohle und Skeletformen sind in der That häufig das Resultat einer überstürzten Krystallisation, wie man so deutlich an den künstlichen Krystallen von Wismuth und Chlornatrium sehen kann. Andererseits, während die Härte einen Unterschied der Substanz von natürlichem Graphit anzeigt, liefern die Schärfe, Vereinzelung und Vollständigkeit der Krystalle, der Glanz ihrer Flächen, die Zartheit der nadelförmigen Fortwachsungen und vor Allem der stumpfen, fast flachen quadratischen Pyramiden auf einigen der Flächen einen genügenden Beweis dafür, dass die Form niemals einer andern als der gegenwärtigen Substanz angehört haben konnte und dass wir hier eine ebensowohl vom Diamant als vom Graphit verschiedene allotrope Modification krystallisirten Kohlenstoffs vor uns haben.«

Ich habe hier die Beschreibung Fletcher's so ausführlich wiedergegeben, weil ich aus seinen eigenen Beobachtungen gerade den entgegengesetzten Schluss ziehe als er,

und weil es mir von Wichtigkeit scheint, nachzuweisen, dass keine der von einem so erfahrenen Beobachter wie Fletcher beobachteten Thatsachen meiner Ansicht von der pseudomorphen Natur der Cliftonitkrystalle zuwiderläuft.

Fletcher hat selbst diejenigen Eigenschaften hervorgehoben, welche auf eine pseudomorphe Entstehung hindeuten; ich brauche also nur diejenigen Momente zu discutiren, welche seiner Ansicht nach die Annahme einer solchen Entstehung ausschliessen. Hierher rechnet er vor Allem die Härte des Cliftonits (2·5), welche diejenige des Graphits übersteigt. Diese etwas höhere Härte scheint mir sehr leicht aus dem Umstande erklärbar, dass der Kohlenstoff, um aus der Modification des Diamants in die des Graphits überzugehen, eine sehr grosse Herabminderung der Dichte, von  $3\frac{1}{2}$  auf 2, erfahren mus; es ist nichts ungewöhnliches, dass eine solche Auflockerung der Theile gewissermassen einen Verzug erleidet, auf halbem Wege oder vielmehr nahe vor dem Ziele stehen bleibt, oder dass wenigstens nicht durch alle Theile des Krystalles hindurch sich die vollständige Wandlung vollzogen hat, sondern dass noch dichtere und darum härtere Partikelchen übrig sind, welche das Steinsalz ritzen und die Härte vielleicht höher erscheinen lassen, als dem durchschnittlichen Zustande entspricht. Beispiele für einen solchen Vorgang kennen wir ja vielfach an den verschiedensten Pseudomorphosen.

Ich will dabei ganz absehen von dem auffallenden Umstande, dass die Angaben über die Härte des Graphits selbst zwischen sehr weiten Grenzen schwanken (0·5 bis 2), weil dieser Umstand möglicherweise darauf beruht, dass, wie Gustav Rose<sup>1)</sup> hervorhob, vielleicht nur der blättrige Graphit wirklich solcher, der sogenannte erdige und körnige aber Kohle ist. Es würden dann die hohen Härteangaben sich auf Kohle beziehen, welche 2 bis 2·5 zeigt, und die niedrigen auf Graphit. Natürlich würde das die Möglichkeit nicht berühren, dass bei der Lockerung der Dichte die Härte von 10 nur bis 2·5 anstatt bis 1 herabsinkt, oder dass wenigstens dabei härtere Partikel in der übrigen weicheren Masse übrig geblieben sind.

Die Schärfe, Vereinzelung und Vollständigkeit der Krystalle und der Glanz ihrer Flächen kann ebenso wenig als entscheidender Grund gegen die pseudomorphe Natur der Krystalle geltend gemacht werden, da ja Beispiele für derlei Pseudomorphosen in erheblicher Zahl bekannt sind. Es braucht nur daran erinnert zu werden, wie lange die pseudomorphe Natur des Haytorit bestritten wurde, weil seine Krystalle für Pseudomorphosen zu glänzend und ebenflächig erschienen.

Allerdings muss es auffallen, dass eine so grosse Schärfe der Form bei einer Molecularumlagerung erhalten bleibt, welche mit einer Herabminderung der Dichte um fast die Hälfte, also jedenfalls mit einer bedeutenden Vermehrung des Volumens verbunden war; man würde eher erwarten, bauchig gekrümmte Pseudomorphosen zu finden. Vielleicht liefert jedoch das Auftreten der Hohlschalen und Fortwachsungen über den Würfelflächen die Erklärung für diesen eigenthümlichen Umstand; man könnte nämlich daran denken, dass die Oberfläche der ursprünglichen Krystalle vermöge einer gewissen Oberflächenspannung eine Aufbauchung nicht erlitten hat, dass vielmehr die überschüssige, im ursprünglichen Volumen keinen Raum findende Masse efflorescenzartig herausgewuchert und dabei die Hohlkugelschalen über den Würfelflächen und die konischen Fortwachsungen gebildet hat.

Das Vorhandensein einer solchen Oberflächenspannung bei vielen Pseudomorphosirungsprocessen anzunehmen scheint mir unbedingt erforderlich, da man sich sonst

<sup>1)</sup> G. Rose, Ueber das Verhalten des Diamants und Graphits bei der Erhitzung. Monatsber. der k. preuss. Akademie, 1872, Seite 516—541, und Poggendorff's »Annalen«, Band 148, Seite 497—525, 1873.

nicht erklären könnte, wie bei so vielen Umwandlungen trotz bedeutender resultirender Zu- oder Abfuhr von Substanz die Flächen ausserordentlich eben bleiben. Es wird Sache des Experimentes sein, über diese und viele andere Fragen der Pseudomorphosenbildung Licht zu verbreiten, da die blosser Beobachtung natürlicher Vorkommnisse kaum dazu hinreichen dürfte.

Unter allen Umständen scheint es mir unzulässig, aus den von Fletcher gefundenen Thatsachen auf die Ursprünglichkeit der Cliftonitkrystalle zu schliessen; dieselben scheinen mir gerade den Schluss auf die pseudomorphe Natur dieser Krystalle nahezuzeigen.

Die Annahme Gustav Rose's über die Entstehung der Graphitkrystalle aus Diamant hatte schon durch die Entdeckung von Diamantkrystallen in einem Meteorsteine<sup>1)</sup> ausserordentlich an Wahrscheinlichkeit gewonnen. Jerofejeff und Latschinoff haben auch nicht verfehlt, Rose's Anschauungen, denen sie vollständig beipflichten, gebührend hervorzuheben. Der in dem vorhergehenden Aufsätze von Weinschenk<sup>2)</sup> erbrachte Nachweis, dass auch im Eisen von Magura selbst unzersetzte Diamanten vorkommen, erhöht noch die Wahrscheinlichkeit der Rose'schen Vermuthung um ein Bedeutendes, und es war mir deshalb wichtig, die schon lange vorgehabte neuerliche krystallographische Untersuchung der Haidinger'schen Originalstücke vorzunehmen; die Nothwendigkeit einer solchen war ja schon durch die Verschiedenheit der Angaben Haidinger's und Rose's über die Combination der Krystalle gegeben.

Unsere Sammlung besitzt unter der alten Sammlungsnummer 84. a. 9 zwölf Stücken Graphit aus dem Eisen von Magura, wovon 6 deutliche Krystallformen erkennen lassen. Eines dieser Stücke ist ein Würfel von 2.5 Millimeter Kantenlänge, die übrigen 5 sind Theile von 3 gesonderten, rundlich-länglichen Knollen, welche an den auskrystallisirten Stellen offenbar etwas freien Drusenraum über sich gehabt haben. Sowohl einige der krystallführenden als der durchaus derben Knollen zeigen eine zonare Verwachsung mit Troilit, wie ich sie am Eisen von Wichita, Brazos<sup>3)</sup> beschrieben und abgebildet habe. An jedem der 3 Knollen bildet die krystallisirte Partie einen Krystallstock aus parallelen gestellten Würfeln mit oder ohne zumeist untergeordneten Dodekaeder- und Tetrakis-hexaederflächen als Zuschärfung, beziehungsweise Abstumpfung der Kanten, so dass der Schluss gerechtfertigt erscheint, jeder dieser gegenwärtig aus Graphit bestehende Knollen habe ursprünglich nach seiner ganzen Ausdehnung ein einheitlich orientirtes Krystallindividuum gebildet.

Drei der fünf Stücke sind Theile eines länglichen Knollens von ursprünglich nahe an 3, jetzt 2.5 Gramm Gewicht und der beiläufigen Form eines Ellipsoides von den Hauptaxen 19, 13 und 10 Mm. Die ursprüngliche Oberfläche ist an diesem Stücke ungefähr zu sieben Achtel erhalten und fast vollkommen auskrystallisirt. Die den Krystallstock bildenden Einzelindividuen sind unscharfe, meist etwas gewölbte Würfel von 1 bis 2 Mm. Kantenlänge mit abgerundeten Kanten. Bruchflächen der Krystalle sind theils matt, erdig, schwärzlichgrau, theils blättrig parallel einer oder der anderen Würfelfläche (also an verschiedenen Stellen des Krystalles) ungleich orientirt, stark

1) M. Jerofejeff und P. Latschinoff, Der Meteorit von Nowo-Urei. Verhandlungen der kaiserl. russ. mineralog. Gesellsch. zu St. Petersburg, 2. Serie, Band 24, Seite 263—294, 1888.

2) E. Weinschenk, Ueber einige Bestandtheile des Meteoreisens von Magura, Arva, Ungarn. Diese »Annalen«, Band 4, Seite 93—101, 1889.

3) A. Brezina, Die Meteoritensammlung des k. k. mineralogischen Hofcabinetts. Jahrb. d. geolog. Reichsanstalt, Band 35, Seite 215, Tafel II und III.

metallisch glänzend, fast zinnweiss. Sehr nahe der auskrystallisirten Oberfläche (etwa 0·5 bis 1 Mm. unter ihr) verläuft eine mit ihr concentrische, etwa 1 Mm. breite Zone von Troilit, welcher mit etwas Graphit gemengt ist. Unter dieser Zone besteht das Innere des Knollens wieder aus Graphit allein, welcher aber, wie es scheint, durchaus erdig ist. Messungen sind an den Krystallen dieses Knollens nicht ausführbar. Von diesem Knollen steht es fest, dass er ein einheitliches Individuum gebildet haben muss.

Ein zweiter 0·7 Gramm schwerer Knollen scheint noch seine ganze natürliche Oberfläche zu besitzen, er hat eine ziemlich unregelmässige, längliche Form mit 18 Mm. Länge und 7 bis 8 Mm. Breite und Dicke; er ist auf einer 12 Mm. langen und 5 Mm. breiten Strecke auskrystallisirt, die Krystalle, 1·5 bis 3·7 Mm. grosse Würfel mit gerundeten Flächen und Kanten lassen eine genaue Untersuchung nicht zu.

Das dritte Stück, 0·8 Gramm schwer, ist ein flacher, offenbar von einem grösseren Knollen abgebrochener Scherben, 19 Mm. lang, 12 Mm. breit; auf einem Raume von 12 Mm. Länge und 6 Mm. Breite sitzen hier parallele Krystalle von 1·5 bis 2 Mm. Kantenlänge, meist Hexaëder mit Dodekaëder, nahezu im Gleichgewicht; an einem Krystalle tritt statt des Dodekaëders ein holoëdrisches Tetrakisheptaëder auf, das jedoch für eine goniometrische Messung nicht spiegelnd genug wäre. Der beste Krystall dieses Krystallstockes wurde behufs Messung abgenommen; er zeigt zwei aneinanderstossende Würfelfkanten durch je eine Tetrakisheptaëderfläche abgestumpft; die Einstellung konnte nur auf Flächenschimmer bei vorgesteckter Aufsatzlupe erfolgen; die Messung ergab für die beiden Flächen die Einzelwerthe:

$$100. hol = 21^{\circ} 39', 18^{\circ} 42', 16^{\circ} 43', 16^{\circ} 26', 15^{\circ} 17', 15^{\circ} 22', 16^{\circ} 58', 19^{\circ} 18', \\ 19^{\circ} 17', 16^{\circ} 18', \text{Mittel } 17^{\circ} 36'$$

$$100. pqo = 34^{\circ} 9', 37^{\circ} 2', 37^{\circ} 41', 36^{\circ} 13', 35^{\circ} 54', 33^{\circ} 52', 32^{\circ} 21', 35^{\circ} 37', \\ 39^{\circ} 29', 35^{\circ} 12', \text{Mittel } 35^{\circ} 45'$$

Der wahrscheinliche Fehler des Resultates ist für beide Winkel derselbe, und zwar  $1^{\circ} 23'$ . Die einfachsten Formen, welche ungefähr innerhalb des wahrscheinlichen Fehlers mit den gefundenen Mittelwerthen übereinstimmen, sind die Tetrakisheptaëder (310) und (320), wofür wir haben:

$$(100) (310) = 18^{\circ} 26' \text{ (gemessen } 17^{\circ} 36', \text{ Differenz } 0^{\circ} 50')$$

$$(100) (320) = 33^{\circ} 41' \text{ ( » } 35^{\circ} 45', \text{ » } 2 \text{ } 4)$$

Bei der Unvollkommenheit des gemessenen Krystalles kann eine Abweichung von 1, beziehungsweise 2 Grad nicht befremden. Beide genannte Formen sind am Diamant beobachtet.

Der weiter oben erwähnte einzelne, 2·5 Millimeter grosse Würfel zeigt an einer Würfelfkante einen einspringenden Winkel, welcher durch eine Wiederholung einer Hexaëderfläche und eine Tetrakisheptaëderfläche gebildet wird; auf letzterer Fläche sind ruffartige Erhöhungen von ähnlicher Lage, wie sie Fletcher beschrieben, zu sehen, doch sind die Winkel an diesem Krystalle nicht zu messen.

Manche Untersuchungen wären noch an den besprochenen Krystallen wünschenswerth; doch scheint mir schon nach dem Bisherigen die Annahme gerechtfertigt, dass wir es im sogenannten Cliftonit mit einer Pseudomorphose von Graphit nach Diamant zu thun haben. Für die pseudomorphe Natur scheint mir insbesondere der Umstand zu sprechen, dass die blättrige Structur nicht an allen Stellen der Krystalle vorhanden ist und an einem äusserlich einheitlich orientirten Krystallstock nicht nach einerlei Richtung verläuft. Wir können sonach erwarten, unveränderte Diamantkrystalle von mehreren Centimetern Grösse in Meteoriten anzutreffen.