

Der Meteorit (Chondrit) von Meuselbach i. Th.

Von

G. Linck

in Jena.

Mit 2 Tafeln (Nr. IV u. V).

Der Fallort Meuselbach liegt im Thüringerwald unweit Amt-Gehren, etwa unter $50^{\circ} 34'$ n. Br. und $28^{\circ} 45'$ ö. L. (von Ferro).

Ueber den Fall selbst entnehme ich einem Berichte des Herrn Pfarrers Drescher ¹⁾ in Meuselbach Folgendes:

Am 19. Mai 1897, Abends 7 Uhr 45 Minuten an einem nebeligen Gewittertage wurde eine starke, einem Donnerschlage oder einem Kanonenschusse ähnliche Detonation mit darauffolgendem periodisch anschwellendem Rollen vernommen, welches einige Minuten (?) anhielt. Ein Mädchen, welches sich gerade auf dem Felde befand, gab an, dass in einer bestimmten Richtung über ihrem Kopfe in der Höhe von etwa 4 M. ein Stein zur Erde geflogen sei. So wurde der Stein wenige Minuten nach seinem Falle dicht beim Orte aus dem weichen Ackerfelde ausgehoben, in welches er ein etwa 20 Cm. tiefes Loch in schräger Richtung (Fallrichtung) eingeschlagen hatte. Beim Herausnehmen aus der Erde soll er sich noch warm angefühlt haben, doch war 15 Minuten nach dem Falle eine Temperaturdifferenz gegen die Umgebung nicht mehr nachzuweisen.

Der Fall erfolgte aus NNO. unter einem Neigungswinkel von circa 40° .

Einige Leute wollen einen schwachen grünlichen Lichtschein während des Falles und nach demselben einen leichten Geruch nach schwefeliger Säure wahrgenommen haben.

Die Schallerscheinungen, das mit dem Tone einer Orgel oder dem Summen der Telegraphendrähte verglichene Sausen, wurden theilweise in den verschiedensten Ortschaften der näheren und ferneren Umgebung des Fallortes bis auf mehr als 40 Km. Entfernung vernommen.

Das Gewicht des Steines betrug vor dem Abschlagen kleinerer Stückchen circa 870 Gr.

Von dem fürstlichen Ministerium in Rudolstadt, welches den Stein mit Beschlag belegte und dem fürstlichen Naturalien cabinet in Rudolstadt einverleibte, wurde mir durch Vermittlung des Herrn Prof. Dr. Speerschneider der Stein zur Untersuchung anvertraut, mit der Erlaubniss, für mikroskopische und chemische Ana-

¹⁾ Herrn Pfarrer Drescher sage ich besten Dank.

lyse ein Stückchen abzuschneiden. Ich sage hiefür dem hohen Ministerium sowohl als auch Herrn Prof. Dr. Speerschnaider besten Dank.

Der ursprünglich rundum mit einer matten pechartigen, bräunlichschwarzen Rinde umgebene Stein (Fig. 1) hat die Gestalt eines ziemlich regelmässigen Parallelepipeds von 10, 8 und $6\frac{1}{2}$ Cm. Kantenlänge. Die Fingereindrücken gleichenden Vertiefungen finden sich hauptsächlich auf zwei benachbarten Seiten, während eine Seite fast frei davon ist. Aus den Vertiefungen heraus verlaufen öfters undeutliche, radial angeordnete Ablaufstreifen.

Die pechartige, hauptsächlich in Folge kleiner vorstehender, ungeschmolzener Eisentheilchen gekörnelte Rinde ist scheinbar etwa 0.3 Mm. dick. Ich schreibe scheinbar, weil man unter dem Mikroskope auch hier die bekannten drei Zonen unterscheiden kann, welche Tschermak schon erwähnt hat. Die eigentliche Rinde hat nur eine Dicke von circa 0.05 Mm., die nach innen folgende, von schwarzem Glas fast freie Zone ist etwa 0.1 Mm. und die dann folgende Imprägnationszone durchschnittlich 0.15 Mm. dick. Tschermak's Erklärung dieser Erscheinung habe ich nichts beizufügen.

Das Innere des Steines ist krystallinisch, feinkörnig, von hellgrauer Färbung, mit einem Stich ins Grünliche. Seine Structur ist ziemlich fest und porphyrartig durch einzelne grössere weissliche oder grünliche Körner und durch Chondren. Die Chondren sind ziemlich zahlreich, theils grünlich oder grau, theils dunkelgrau oder schwarz gefärbt; bald scheinbar einheitlich, bald schon mit der Lupe als skeletartig gebaut erkenntlich. Sie heben sich meist nicht sehr deutlich von der Grundmasse ab, doch kommen auch einzelne schwarz umrandete Chondren vor. Ihre Grösse steigt von kaum mit dem blossen Auge wahrnehmbaren Dimensionen bis zu einem Durchmesser von höchstens 2.5 Mm. Nur ausnahmsweise und schwierig lassen sie sich aus dem Gestein herauslösen. Die Erze sind in der Masse ziemlich unregelmässig vertheilt und dreierlei Art: gediegenes Nickeleisen, Troilit und Chromeisenerz. Die unregelmässige Vertheilung betrifft nicht nur die Erze überhaupt, sondern auch das Verhältniss der Erze untereinander. Am gleichmässigsten ist der Chromit eingesprengt, während Eisen und Troilit in ihren Mengenverhältnissen stark wechseln. Sie bilden unregelmässige lappige Partien, das erstere öfters vom Troilit randlich umschlossen. Der Chromit tritt in winzigen schwarzen Körnchen auf, welche manchmal die schwarze Rinde der Chondren bilden. Um das Nickeleisen sind schmale, schwach gelbliche Rosthöfe vorhanden, welche sich nach dem Befeuchten des Steines mit Wasser rasch intensiver färben und ausdehnen. Das Eisen ist allenthalben licht messinggelb angelaufen. Das Gestein wird von sehr schmalen schwarzen Adern durchzogen.

Der Stein gehört demnach schon nach der Untersuchung mit blossem Auge zu den geaderten krystallinischen Kugelchenchondriten.

Das specifische Gewicht, welches an einem Stücke von ca. 20 Gr. mittelst der hydrostatischen Wage in Wasser bestimmt wurde, ergab sich bei 17° C. zu $d = 3.47$.

Die chemische Analyse, welche nach den üblichen und zum Theil bei Cohen angegebenen Methoden ausgeführt wurde, lieferte die im Nachfolgenden zusammengestellten Resultate.¹⁾ Herr Prof. Dr. L. Wolff hier hatte die von mir auch hier dankbarst anerkannte Güte, Nickel und Cobalt aus der schwefelsauren Lösung auf elektrolytischem Wege abzuschneiden und zu bestimmen.

In Kupferchlorid-Chlorammonium waren 7.89% löslich, und diese bestehen aus:

¹⁾ Cohen, Meteoritenkunde. Stuttgart 1894. pag. 6—22.

		Molecularproport.
Fe . . .	85·04%	1·52
Ni . . .	13·61	0·23
Co . . .	1·35	0·02
Cu . . .	Spur	
	<hr/>	
	100·0%	

Das Nickeleisen würde demnach der Legirung (Ni, Co) Fe₆, also dem Kamazit entsprechen.

Bei Digestion auf dem Wasserbade mit Königswasser waren 53·62% löslich. Da der abgeschiedene Schwefel nur sehr schwer zu oxydiren war, wurde eine andere Portion im Silbertiegel mit Aetzkali unter Zusatz von etwas Salpeter geschmolzen und der so für den Schwefel gewonnene Werth in die andere Analyse eingeführt. Die 53·62% löslichen Antheiles (mit Ausschluss des gediegenen Eisens) bestehen aus:

		Molecularproport.
Si O ₂ . . .	32·07%	0·5345
Al ₂ O ₃ . . .	0·24	0·0024
Fe O . . .	22·27	0·3093
Mg O . . .	30·06	0·7515
Ca O . . .	0·52	0·0093
Na ₂ O . . .	0·32	0·0050
K ₂ O . . .	Spur	
Fe S . . .	14·52	
	<hr/>	
	100·00%	

Wie aus den beigesetzten Molecularproportionen ersichtlich ist, bestehen diese löslichen Silicate wesentlich nur aus Olivin, dem die empirische Zusammensetzung (Fe₂ Mg₅)₂ Si O₄ zukommt.

Bei der Digestion mit Königswasser auf dem Wasserbade waren unlöslich 38·49%. Die Kieselsäure aus dem löslichen Antheil war durch Digestion mit Sodalösung entfernt worden. Der unlösliche Antheil von 38·49% bestand aus:

		Molecularproport.
Si O ₂ . . .	52·33%	0·8722
Al ₂ O ₃ . . .	7·21	0·0707
Fe O . . .	11·01	0·1529
Mg O . . .	21·87	0·5468
Ca O . . .	3·75	0·0670
Na ₂ O . . .	3·45	0·0556
K ₂ O . . .	Spur	
Chromit . . .	0·88	
	<hr/>	
	100·50%	

Dieser unlösliche Antheil dürfte hauptsächlich aus Bronzit bestehen, dem angenähert die Formel (Fe Mg₄) Si O₃ zukäme, demnächst bleibt als Rest ein Silicat, welches die Alkalien, Kalk, Thonerde und Kieselsäure enthält. Ein auch nur angenähertes Verhältniss dieser Bestandtheile lässt sich nicht berechnen, weil einerseits dem Bronzit

durch die Behandlung mit Säure ein Theil des Eisens entzogen sein mag und der Bronzit andererseits vielfach kleine Körnchen von Olivin umschliesst; auch ist eine Theiligung des Kalkes am Aufbau des Bronzits nicht ausgeschlossen. Der Chromit ist wohl etwas zu gering bestimmt, es müsste denn ein Theil der schwarzen Körner Magneteisen sein. Auch dies dürfte noch eine Vermehrung der überschüssigen Kieselsäure bedingen. Auf die Discussion dieses Silicates will ich bei Besprechung der Resultate der mikroskopischen Untersuchung zurückkommen.

Berechnet man aus den drei oben mitgetheilten Analysen die Bauschanalyse, so ergeben sich folgende Werthe:

	I	II	III	IV
Si O ₂	17·19%	20·14%	37·33%	40·23%
Al ₂ O ₃	0·13	2·78	2·91	2·85
Fe O (+ Fe ₂ O ₃)	11·94	4·24	16·18	15·82
Mg O	16·12	8·42	24·54	24·98
Ca O	0·28	1·44	1·72	2·44
Na ₂ O	0·17	1·33	1·50	1·58
K ₂ O	Spur	Spur	Spur	Spur
Nickeleisen	7·89		7·89	7·78
Fe S	7·79		7·79	5·76
Chromit		0·34	0·34	0·35
Summe	61·51%	38·69%	100·20%	101·79%

I Analyse des in Königswasser bei Digestion auf dem Wasserbade löslichen Antheils.

II Analyse des unlöslichen Antheils.

III Aus I und II berechnete Bauschanalyse.

IV An besonderem Material angestellte Bauschanalyse.

Bezüglich der letzterwähnten Analyse ist zu bemerken, dass sie im Wesentlichen ganz gut mit den aus den Sonderanalysen berechneten Werthen übereinstimmt. Die Abweichungen sind durch die an verschiedenen Stellen wechselnde mineralogische Zusammensetzung des Meteoriten völlig erklärlich. Am auffallendsten ist dies beim Nickeleisen und Troilit, doch ist eine sehr unregelmässige Vertheilung dieser beiden Mineralien in der That vorhanden; aber ich will nicht ganz ausschliessen, dass in diesem Falle, wo mit geringerer Menge gearbeitet wurde, eine vollständige Trennung von Ni + Co von Eisen nicht gelang.

Unter dem Mikroskope erkennt man an Gemengtheilen nach abnehmender Menge geordnet: Olivin, Bronzit, Nickeleisen, Troilit, ein farbloses Glas, Chromeisenerz, bräunliches bis braunes Glas und ein reguläres, nicht näher bestimmbares Mineral.

Der Olivin ist farblos bis ganz schwach grünlich gefärbt und zeigt neben den bekannten groben, unregelmässigen Rissen meist recht gute Spaltbarkeit nach den beiden Pinakoiden (100) und (010). Meist sind die Individuen unregelmässig begrenzt, doch kommen auch in solchem Gemenge automorph begrenzte Krystalle von der Ausbildung der orientalischen Olivine vor. Gleicherweise findet man solche in vielen Chondren (Fig. 5 und 7), während in anderen solche von basaltischer Ausbildung auftreten. Die ersteren, gerundet und prismatisch, finden sich auch in dem farblosen Glase eingebettet. Auf skelettförmig ausgebildete Krystalle will ich weiter unter zu sprechen kommen. An Einschlüssen beherbergt er nur grünlichbraunes Glas und Chromeisen;

das erstere in unregelmässigen, bald mehr rundlichen, bald mehr lappigen Partien, das letztere in winzig kleinen Körnern, die selten zonar angeordnet erscheinen. Die Auslöschung ist öfters unregelmässig und undulös, wie man sie an Quarzen dynamo-metamorpher Gesteine zu sehen gewohnt ist.

Der Bronzit, obwohl öfters deutlich faserig, ist doch meist nur schwer von Olivin zu unterscheiden; nur wo die prismatische Spaltbarkeit in Querschnitten neben der Faserung sichtbar wird, kann kein Zweifel über seine Natur obwalten. Sonst aber lässt er sich, wie wir später hören werden, durch leichtes Anätzen des Schliffes mit Salzsäure unschwer vom Olivin unterscheiden. Die Form der Individuen ist fast stets eine xenomorphe, nur wo die Einbettung in Glas stattgefunden hat, wie es sowohl innerhalb als ausserhalb der Chondren vorkommt, ist sie automorph, und die Krystalle erscheinen gerundet prismatisch, ähnlich denen vieler Norite. Auch beim Bronzit sieht man im polarisirten Lichte Erscheinungen, welche auf mechanische Deformation hinweisen (Fig. 13). Die Auslöschung ist anomal und unregelmässig undulös, so zwar dass längs der Faserung sowohl als längs der prismatischen Spaltbarkeit das Individuum in Subindividuen zerlegt erscheint. Das erstere eine Erscheinung vergleichbar einer sehr feinen polysynthetischen Zwillingsbildung¹⁾; das letztere eine undulöse Auslöschung dieser verzwilligten Individuen hervorrufend.

Nickeleisen und Troilit erheischen keine eingehendere Beschreibung. Die Theile des ersteren sind vielleicht etwas zackiger umgrenzt als die des letzteren.

Das farblose Glas, welches der größeren Risse fast vollständig entbehrt, zeigt nur sehr feine, unregelmässig verlaufende Spalten, und niemals bestimmte äussere Begrenzungselemente aufweisend, liegt es durchwegs interstitial zwischen den übrigen Gemengtheilen oder bildet die Matrix, in welcher die anderen Gemengtheile eingebettet sind (Fig. 3, 4, 5, 7, 11, 12). Meist ist es völlig isotrop und nur wenig stärker lichtbrechend als der Canadabalsam. Das Einzige, was auf eine Structur zu deuten scheint, sind Striche, welche die grösste Aehnlichkeit mit den von Tschermak²⁾ am Maskelynit beobachteten Streifen besitzen und allerdings manchmal den Tracen der Zwillingslamellen beim Plagioklas vergleichbar sind. Zieht man noch die gleich nachher zu besprechenden chemischen Verhältnisse in Betracht, so ergibt sich, dass man es mit der gleichen oder einer ähnlichen Substanz zu thun hat, wie sie Tschermak³⁾ als Maskelynit bezeichnete. Doch vermag ich gar keine Eigenschaft zu finden, welche dazu zwingen würde, die Substanz anders denn als Glas zu bezeichnen oder ihr eine andere Stellung unter den Mineralien anzuweisen als anderen Gesteinsgläsern. Dafür spricht ja auch das schon erwähnte interstitiale Auftreten. Das Einzige, was für eine krystallinische Structur sprechen könnte, wäre vielleicht das Vorkommen jener zwillingslamellenartigen Striche, welche Tschermak direct mit Pagioklas in Beziehung brachte. Ich habe für diese Streifen nachweisen können:

1. dass sie fast alle vom Rande oder von Sprüngen ausgehen;
2. dass sie von den Sprüngen aus öfters nach beiden Seiten verlaufen, ohne dass die beiden Systeme aufeinander passen;
3. dass sie auch schräg in das Glas hineinsetzen;

¹⁾ Wie auch von Tschermak an dem Bronzit des Steines von Ibbenbühren beobachtet. Ber. der Wiener Akademie LXXXVIII, 1883.

²⁾ Vgl. Tschermak, Die mikroskopische Beschaffenheit der Meteoriten etc. Stuttgart 1884. Taf. XVII, Fig. 1.

³⁾ Tschermak, Die Meteoriten von Shergotty und Gopalpur. Ber. der Wiener Akademie LXV, 1872, 1, 127 ff.

4. dass dasselbe System einer Fläche angehört, welche schräg gegen die Schliifffläche liegt, so dass die Streifen nicht in gleichem Niveau liegen;
5. dass öfters zwei sich unter beliebigen schiefen Winkeln kreuzende Systeme vorhanden sind, welche in verschiedenem Niveau liegen;
6. dass die feinen Streifen oft so nahe aneinander gereiht sind, dass die Breite des Raumes zwischen ihnen nicht grösser als sie selbst und nur 0'0008—0'001 mm beträgt;
7. dass die Streifen, wie auch schon auf der Abbildung bei Tschermak¹⁾ ersichtlich ist, nicht immer geradlinig, sondern manchmal wellig verlaufen, ja dass sogar manchmal das Glas wie ausserordentlich feinschlierig, mit fluidaler Anordnung der Schlieren, aussieht;
8. dass die Streifen eine deutliche, wenn auch meist schwache Einwirkung auf die teinte sensible der Quarzplatte zeigen, sie also anisotrop sind.

Aus alledem ergibt sich, dass diese Lamellen nicht denen eines Plagioklases vergleichbar sind und keinen zwingenden Grund für die Annahme einer krystallinischen Structur der Substanz bilden, dass sie vielmehr möglicherweise auf eine auf Spalten pflockartig vordringende Entglasungserscheinung hindeuten. Von Salzsäure wird das Glas nur langsam ohne Abscheidung pulverförmiger Kieselsäure angegriffen. Aus den Analysen ergibt sich, dass man es mit einem an Kieselsäure nicht allzureichen Natrium-Calcium-Thonerde-Silicat zu thun hat, einem Glas, welches etwa die Mitte zwischen dem der Limburgite I. und II. Typus (Bücking) hält. Man darf jedoch bei der Discussion der Analysen nicht vergessen, dass sich hier alle Fehler häufen.

Durch das freundliche Entgegenkommen meines hochverehrten Lehrers, Professor Dr. Cohen in Greifswald, war ich in der Lage, dieses Glas auch in zwei Dünnschliffen der Steine von Alfianello und Parnallee, wo es in gleicher Weise auftritt, zu untersuchen. In Parnallee fehlen die Streifensysteme wie jede andere Andeutung krystallinischer Structur vollständig, und das Glas ist isotrop. In Alfianello²⁾ dagegen ist das Glas meist ziemlich stark doppelbrechend, und ich konnte bezüglich der Streifung, welche hier oft recht deutlich ist, Uebereinstimmung mit meinen Beobachtungen nachweisen. So sind hier die Streifen zwar parallel, aber nicht immer scharf und gerade; man sieht verschieden verlaufende Systeme in verschiedenen Niveaux, man sieht diese Niveaux durcheinandergreifen, man sieht zwei Streifensysteme sich unter verschiedenen Winkeln kreuzen, man sieht manchmal die parallelen Streifen eines Systems durch viele kurze, schrägliegende Streifchen unter einander verbunden, man sieht, dass die feinen Streifen nadelförmig spitz zulaufen, und sieht, dass diese feinen Streifen, nicht aber die zwischen ihnen liegenden Theile des Glases eine von der Hauptmasse abweichende Einwirkung auf das polarisirte Licht ausüben.

Aus diesem und Anderem, was wir gleich noch hören werden, und aus dem chemischen Bestand gegenüber dem der Hauptmasse scheint mir hervorzugehen, dass wir es mit einem Glas zu thun haben, mit einem Krystallisationsrückstand, einem Mutterlaugenreste eines Gesteins. Es mag ja in Shergotty ein reguläres Mineral, Maskelynit, vorhanden sein, für Meuselbach und Alfianello bezweifle ich diese Annahme.

Das Chromeisenerz erscheint in Form winziger Körnchen oder auch Kryställchen; die Menge scheint in der Analyse etwas zu gering gefunden worden zu sein, gegenüber der Verbreitung im Dünnschliff.

¹⁾ Tschermak, Die mikroskopische Beschaffenheit der Meteoriten u. s. w. Stuttgart 1884. Taf. XVII, Fig. 1.

²⁾ V. Foullon, Ueber die mineralogische und chemische Zusammensetzung des am 16. Februar 1883 bei Alfianello gefallenen Meteorsteinen. Ber. der Wiener Akademie, LXXXVIII, 1883, 1, pag. 433 ff.

Das farblose bis schwach gelbliche reguläre Mineral, welches völlig isotrop ist, zeigt beträchtlich stärkere Lichtbrechung als das farblose Glas und geringere als Olivin und Bronzit. Es ist von regelmässigen scharfen Spaltrissen durchzogen, welche sich unter 60° schneiden, tritt selten auf, bildet unregelmässige Zwickel und umschliesst öfters kleine Eierchen von farblosem Glas.

Das bräunliche bis grünlichbraune Glas tritt nur als Einschluss in Olivin und Bronzit auf.

Die Bildungsfolge der Bestandtheile des Meteoriten ist demnach folgende: Chromit — Olivin und Bronzit (die Bildung des ersteren früher beendigt als die des letzteren) — Nickeleisen — Troilit — reguläres Mineral — farbloses Glas.

Ein besonderes Interesse erheischt die Structur des Steines, bezüglich deren wir zuerst die Chondren einer kurzen Besprechung unterziehen.

Die Chondren sind wie in den meisten Chondriten so auch hier sehr verschiedener Art. Bald sind sie excentrisch-radialfaserig oder -stengelig, bald körnig, und bestehen aus Olivin oder Bronzit. Zwischen den Fasern und Stengeln liegt dort, wie hier zwischen den Körnern farbloses Glas in grösserer oder geringerer Menge (Fig. 4, 5, 7), öfters durch Chromit und kleine gerundete Kryställchen von Olivin getrübt, ja geradezu schwarz gefärbt. Diese beiden Arten gehören, wie mir scheint, häufig zusammen und stellen Längs- und Querschnitte dar. Dann findet man andere Olivinchondren, welche einem Krystalskelet gleichen (Fig. 3), das reichlich mit farblosem Glas durchtränkt ist. Im Innern ist das Skelet feiner, nach aussen dagegen derber; die Glasmenge ist bald grösser, bald kleiner und enthält in der Mitte öfters, wie Fig. 3 zeigt, Anhäufungen von Erzpartikeln (Chromit). Weiter kommen Chondren vor, in denen Olivin und Bronzit sozusagen pegmatitisch verwachsen sind; nicht selten so, dass einem Individuum von Bronzit ein skeletförmiger Krystall von Olivin eingelagert ist, über welches der Bronzit weit hinausgreift (Fig. 2). Auch sieht man Chondren, welche um körnigen Olivin mit Glaszwischenmasse (Fig. 4, 5, 6, 12) einen ziemlich breiten anders und in sich verschieden orientierten Rand von Olivin haben. Solche Chondren zeigen öfters innerhalb der breiten Randzone die centrische Anordnung von Erz (Chromit und Troilit), welches manchmal die Chondren auch randlich umschliesst. Andere Chondren zeigen wohlausgebildete Olivine, von deren Ecken aus das gleiche Mineral, dem Barte der an einem Magneten hängenden Eisenspähne vergleichbar, skeletartig angeschossen ist. Zwischen den Olivintheilchen liegt farbloses Glas. Endlich will ich noch Chondren erwähnen, welche aus gerundeten kurzprismatischen Bronzitkrystallen mit zwischengeklebtem farblosen Glas oder auch aus einem einzigen Individuum von Olivin (Fig. 14) und Bronzit bestehen. Ich will aufmerksam machen auf Chondren, die sich ganz umschliessen, oder andere, bei denen ein Theil eines halben Chondrums zugleich einen Theil eines anderen bildet (Fig. 6). Aber damit ist die Vielgestaltigkeit dieser Gebilde nicht erschöpft, und es würde zu weit führen, wollte ich die Formen alle erwähnen. Ein Hinweis auf die entsprechenden Bilder Tschermak's¹⁾ mag genügen.

Wichtiger erscheint es mir, der Structur im Allgemeinen unsere Aufmerksamkeit zuzuwenden. Ein Blick auf Fig. 2 gibt uns ein Bild der gröberen Structur des Steines. Die ganz schwarzen oder dunklen Stellen sind Olivin, beziehungsweise Erze, die gekörneltten Partien Bronzit, die ganz weissen Theile Hohlräume (besonders die vier grössten Flecken) oder Glas. Das Bild (Fig. 2) stellt einen mit Salzsäure geätzten (mit

¹⁾ Tschermak, l. c., Taf. VII, Fig. 3 u. 4. — VIII, 2. — IX, 4. — X, 3. — XI, 1, 2, 3. — XIV, 1. — XIX, 2 etc.

Sternblende), bei Dunkelfeldbeleuchtung im durchfallenden Lichte aufgenommenen Schliff dar. Hierbei erscheint der mit pulverförmiger Kieselsäure bedeckte Olivin dunkel, der stark lichtbrechende, unangegriffene Bronzit gekörnelt, das Glas wasserklar, beziehungsweise weiss. Es liegt zufällig eine Partie mit reichlichem Bronzit vor. Wie man sieht, ist Olivin und Bronzit nesterartig zusammengehäuft, und die Chondren treten gar nicht mehr hervor. An verschiedenen Stellen sieht man skeletartig gebauten Olivin mit Glas oder Bronzit in den Zwischenräumen. Aber auch der Bronzit tritt skeletartig im Olivin auf, wie man es rechts knapp über der Mitte sieht. — So wie olivin-, respective bronzitreiche Theile mit einander wechseln, sieht man auch gröber und feiner körnige Partien durcheinandergreifen.

Der Olivin ist öfters auch ausserhalb der Chondren idiomorph sowohl dem Bronzit als auch dem Glas gegenüber. Es kommt z. B. vor, dass man um Olivinkry-
stalle eine sehr schmale Zone von Glas beobachtet und um diese sich mit nach aussen hin unregelmässiger Begrenzung, aber nach innen allen Conturen des Olivin angepasster Bronzit anschliesst. Häufig sieht man Krystallskelete von Olivin, welche mit Glas gefüllt sind (Fig. 3) oder in einem einheitlichen Individuum von Bronzit eingebettet liegen. Unter sich begrenzen sich die Individuen unregelmässig allotriomorph. — Der Bronzit ist meist nur dem Glas gegenüber idiomorph, selten tritt er skeletartig im Olivin auf (Fig. 2) oder bildet mit Glas erfüllte Skelete; meist sind die Individuen eckig gegen einander begrenzt, weniger häufig greifen sie mosaikartig ineinander (vgl. auch Fig. 8). Das Glas ist interstitial, meist am reichlichsten vorhanden in der Nähe der Chondren (Fig. 3, 4, 5, 7, 11, 12) oder in diesen selbst. Dort füllt es alle Hohlräume zwischen den anderen Mineralien aus, welche meist mit gerundeten Krystallflächen in dasselbe hineinragen. Es umschliesst auch wohl Bruchstückchen von Olivin und Bronzit, aber häufiger eiförmig gerundete Kryställchen, welche öfters auch eine schärfere Ausbildung zeigen. Es entspricht das Auftreten des Glases in einzelnen Flecken dem, wie es öfters in Magmabasalten und verwandten Gesteinen beobachtet wurde.

Das Verhältniss dieser wichtigen Gemengtheile zu einander ist derart, dass sich das Glas als die Mutterlauge darstellt, aus welcher die übrigen Gemengtheile zur Krystallisation gelangt sind. Dafür sprechen ja auch die chemischen Verhältnisse, welche analog den heute in der Petrographie allgemein geltenden Anschauungen eine solche Beziehung demonstrieren.

Die Chondren stellen sich als letzte Krystallausscheidungen in situ dar, welche man theils als skeletartig (Fig. 3), theils als concretionär auffassen muss. Eine der gewöhnlichsten Erscheinungen ist, dass die Chondren keine scharfe Begrenzung gegen die Umgebung besitzen, sondern man auch ausserhalb derselben eine ähnliche Structur findet (Fig. 4, 5, 7, 12), welche mit dem Mangel an Glas erst in das hypidionomorph körnige Gewebe der übrigen Masse übergeht. Die skeletartigen Chondren sehen oft aus wie halbe Kügelchen, aber ihre Begrenzung ist nicht scharf und ihr Verlauf in die Hauptmasse des Gesteines ein allmäliger (Fig. 9); oder die Skelete sind überhaupt nicht mehr chondrenartig (Fig. 10), ganz unregelmässig und schieben sich mosaikartig zwischen andere Krystallbildungen ein, meist jedoch so, dass man an eine Bruchstücknatur gar nicht denken kann. Auch die gut ausgebildeten Chondren greifen mit ihren Krystallen öfters in die Umgebung über. Viele Chondren stehen, wenn ein Schluss aus der Güte der Krystallausbildung gestattet ist, in engem Zusammenhang mit der Anhäufung des farblosen Glases. Diese locale Glasanhäufung aber ist nicht anders aufzufassen als die Anhäufungen der verhältnissmässig kieselsäurereichen Gesteinsgläser

in den kieselsäurearmen tellurischen Ergussgesteinen. Und es mögen sich darin die Chondren und viele der Krystalskelete als die letzten concretionären, öfters auch schwach centrisch struirten Bildungen darstellen.

Dieses Gestein, dessen Structur, wie wir gesehen haben, hier eine hypidiomorph körnige, dort eine hypokrystalline ist, hat nun spätere, secundäre Veränderungen erlitten, welche theils in einer mechanischen Deformation der Bestandtheile, theils in einer Auflockerung beruhen, beides Erscheinungen, welche man, wenn auch nicht immer unter Erkennung der Ursache, von tellurischen Peridotiten kennt. Sämmtliche Mineralien mit Ausnahme des Eisens und des farblosen Glases sind sehr stark zersprungen. Die Sprünge verlaufen zunächst, wie es auch schon von Tschermak erwähnt worden ist, von den Glaspertien, oft auch vom Troilit aus radial (Fig. 12); sie gehen auch nicht selten durch grössere Partien des Schliffes in parallelen Systemen durch (Fig. 3, 11) und führen in den glasarmen Stellen zu einer bald mehr randlichen (Fig. 13, 14), bald das ganze Individuum betreffenden Zertrümmerung. Die Körner dieser Trümmerzone liegen meist so, dass eine Zusammengehörigkeit nicht mehr nachgewiesen werden kann (Fig. 14), manchmal aber lassen sich die Stücke noch aneinander passen, besonders wenn sie noch eine gewisse Grösse besitzen (Fig. 13). Die übrigbleibenden zusammenhängenden Stücke haben häufig die Form eines mehr oder minder runden Chondrums, dessen Durchmesser $\frac{1}{4}$ Mm. manchmal nicht überschreitet. Diese selben Kräfte trennen auch die Chondren aus ihrer Umgebung los. Während man nämlich im Allgemeinen beobachten kann, dass die Chondren mit ihrer Umgebung continuirlich verbunden sind (Fig. 3, 4, 7, 9), sieht man da, wo stärkere Auflockerung stattgefunden hat, dass Bruchlinien das Chondrum umgrenzen, welche aber nicht continuirlich dasselbe umziehen (Fig. 12), sondern hier absetzen und dort mitten durch die Krystalle hindurchgehen.

Die undulöse Auslöschung des Olivins und Bronzits (Fig. 13), überhaupt die sämmtlichen anomalen optischen Erscheinungen sind ja jedenfalls ebenso in einer mechanischen Deformation dieser Mineralien begründet.

Die Frage, warum das Glas und das Nickeleisen von den zerstörenden Einflüssen hier so gut wie gar nicht betroffen wurden, mag bei jenem in der homogenen Beschaffenheit, bei diesem in seiner Plasticität zu suchen sein.

Bleibt uns, ehe wir zum Versuche einer Erklärung der beobachteten Erscheinungen übergehen, zu betrachten, wie sich andere Forscher über die Structur der Chondrite aussprachen. Aus der Zusammenstellung bei Březina¹⁾ geht hervor, dass für uns eigentlich nur zwei Hypothesen in Betracht kommen, die Tschermak'sche und die von Chladni und v. Hoff. Es kommen ja eigentlich nur solche in Frage, welche sich auf eine eingehende mikroskopische Untersuchung stützen. Haidinger²⁾ bezeichnet die Structur im Grossen als eine tuffartige, spricht dann aber weiter von einem gangförmigen Aufsetzen des Eisens im Gestein. Von den Olivinen sagt er: »So hoch krystallinisch aber die letzteren auch sind, so zeigen sie doch nur einen unregelmässigen Umschluss. — Ganz ohne Zweifel als Krystalle gebildet, haben sie seit ihrer Bildung die äussere Form derselben verloren.« Kenngott³⁾ schreibt bei der Mittheilung seiner

¹⁾ Březina, Die Meteoritensammlung des k. k. mineralog. Hofcabinets in Wien. Wien 1885. pag. 162 ff.

²⁾ Haidinger, Ueber das von Herrn Dr. J. Auerbach in Moskau entdeckte Meteoreisen von Tula. Ber. der Wiener Akademie XLII, 1861, 507 ff.

³⁾ Kenngott, Ein Dünnschliff einer Meteorsteinprobe von Knyahinya. Ber. der Wiener Akademie LIX, 1869, 2, 873 ff.

Untersuchungen am Stein von Knyahinya: »Am besten liesse sich, abgesehen von dem Unterschiede der relativen Grösse, die Ausbildung des Meteorsteines mit dem sogenannten Kugeldiorit von Corsica vergleichen, wenn auch nur stellenweise die wirkliche Ausbildung der kugeligen Körper eine Aehnlichkeit mit demselben hat; und da es sich hier nicht um eine Theorie über die Entstehung der Meteoriten handelt, sondern hier nur ein Dünnschliff vorliegt, den man mit terrestrischen Gebirgsarten vergleicht, so würde man aus der Ausbildungsweise schliessen können, dass die Masse des Meteorsteines sich selbst krystallinisch entwickelte, daher nicht als ein Aggregat getrennt gebildeter Körperchen anzusehen ist; dass sich der Meteorit in ähnlicher Weise krystallinisch entwickelt haben könnte wie ein sogenannter Kugeldiorit oder analoge krystallinische Gebirgsarten, die eine kugelige Bildung zeigen.« Weiterhin beschreibt er Kugeln mit deutlicher centrischer Structur und sagt dann: »Man ersieht aus Allem, dass beide Silicate (Olivin und Bronzit) gleichzeitig zur Krystallisation gelangten, und dass je nach Umständen das eine oder das andere, um gewisse Centra sich anhäufend, kugelige Bildung veranlassten, — dass aber auch wie bei dem sogenannten Kugeldiorit innerhalb desselben runden Kornes die Substanz wechselt, sieht man an —« und er beschreibt dann ein Chondrum, welches im Centrum aus stengeligem Bronzit, am Rand aus körnigem Olivin besteht, und wo sich zwischen den beiden Zonen Chromit anhäuft, während das Chondrum randlich von Nickeleisen und Troilit umkränzt ist, ganz wie ich es auch beobachtet habe.

Ist von diesen beiden Forschern schon ausgesprochen oder angedeutet, dass man es nicht mit Zusammenhäufungen loser Producte zu thun habe, so kommt diese Ansicht noch schärfer zum Ausdruck in einer Studie von v. Foullon,¹⁾ wo es heisst: »In Schliffen wird die schon bei der makroskopischen Betrachtung auffallende unregelmässige Form und Begrenzung der Chondren noch deutlicher. Die meisten Schnitte weichen von der genäherten Kreisform sehr ab, der Umfang bildet unregelmässige, oft complicirte Curven, ebenso ist die Oberfläche eine rauhe. Die Mehrzahl macht den Eindruck der Entstehung innerhalb der Gesteinsmasse, und nur wenige lassen die Vorstellung einer gesonderten Bildung und nachherigen Umhüllung durch die Grundmasse zu, was namentlich von den schwarzen gilt, die ein rindenähnliches Aussehen haben.« Und weiter, wo v. Foullon von der verschiedenen Structur der Kügelchen spricht: »Ein anderer Theil ist, natürlich abgesehen von der Lage der Schnitte, mehr körnig, was hauptsächlich durch zwischengelagertes Erz bewirkt wird, indem nicht nur in radialer, sondern auch in concentrischer Richtung Einlagerungen vorhanden sind, jedoch nicht in solcher Regelmässigkeit, dass hiedurch eine concentrische Structur bewirkt werden würde.«

Diese Beispiele, in denen die Structur der Chondrite als eine primäre und nicht klastische angesehen wird, dürften sich noch vermehren lassen, aber es liegt eine weitergehende Ausführung nicht im Rahmen dieser Arbeit.

Tschermak²⁾ fasste im Jahre 1875 seine Ansichten über die Bildung der Chondrite in folgende Sätze zusammen:

- »1. Sie liegen in einer aus feineren und gröberem Splintern bestehenden Grundmasse.
2. Sie sind immer grösser als die letzteren Splitter.
3. Sie treten immer einzeln auf, niemals zu mehreren zusammengefügt.

¹⁾ v. Foullon, Ueber die mineralogische und chemische Zusammensetzung des am 16. Februar 1883 bei Alfianello gefallenen Meteorsteines. Ber. der Wiener Akademie LXXXVIII, 1883, 1, pag. 433 ff.

²⁾ Tschermak, Die Bildung der Meteoriten und der Vulcanismus. Ber. der Wiener Akademie LXXI, 1875, 2, pag. 661 ff.

4. Sie sind immer rund, wenn sie aus einem zähen Material bestehen, sonst auch bloß rundlich.

5. Sie bestehen bald aus einem, bald aus mehreren Mineralien, immer aber aus genau denselben wie die Grundmasse.

6. Ihr inneres Gefüge steht in keinem Zusammenhang mit ihrer kugeligen Gestalt. Sie sind entweder Stücke eines Krystalls — oder sie sind faserig, wobei sich die Faserung gar nicht nach der Oberfläche richtet — oder sie sind wirr stengelig — oder sie sind körnig.«

Ferner sagt derselbe Autor an einer anderen Stelle: »Die letzteren (meteorischen) Tuffe sind ganz besonders charakterisirt dadurch, dass sie nicht die Spur eines schlackigen oder glasigen Gesteines, ferner niemals ausgebildete Krystalle in der Grundmasse enthalten, überhaupt gar nichts erkennen lassen, was ihre Entstehung aus Lava wahrscheinlich machte. Man sieht in ihnen nichts als die Zerreibungsproducte eines krystallinen Gesteins.»

Und endlich schreibt Tschermak bei der Zurückführung gewisser Erscheinungen an den Steinen von Orvinio und Chantonay auf nachträgliche Erhitzung: »Aber trotz allen diesen Beispielen von Hitzewirkungen ist doch kein Meteorit bekannt, welcher irgend eine Aehnlichkeit mit einer vulcanischen Schlacke oder mit einer Lava hätte.«

Punkt 1 der Tschermak'schen Sätze trifft bei dem mir vorliegenden Steine nur zu, wenn man das Wort »Splitter« ausmerzt. Der 2. Satz ist bei Meuselbach nicht überall zutreffend, denn es kommen kleinere Chondren vor, als einzelne Krystalle der Hauptmasse sind. Punkt 3 und 4 sind schon von anderen Forschern widerlegt, und auch meine Beobachtungen stimmen damit nicht überein. Satz 5 ist auch bei mir zutreffend, nur ist in den Chondren und um sie das farblose Glas meist stark angereichert. Der 6. Satz trifft in seinem ersten Theile, wie ich gezeigt zu haben glaube, für den mir vorliegenden Stein nicht zu. Zu den weiteren Ausführungen Tschermak's habe ich meinen obigen, die Structur des Meuselbacher Chondriten betreffenden Ausführungen nichts beizufügen. Ich wiederhole nur und betone es, dass die Structur dieses Gesteines mit Tuffbildungen wenig oder nichts gemein hat, dass sie vielmehr auf Erstarrung aus dem Schmelzfluss hinweist, deren letzter Act sich sehr rasch vollzog, so dass ein verhältnissmässig leicht schmelzbares, den Krystallisationsrückstand bildendes Natronkalksilicat nicht mehr zur Krystallisation gelangen konnte.

Aehnliche Structurverhältnisse scheinen nach der Untersuchung von zwei Dünnschliffen in Alfianello und Parnallee und nach Tschermak's Abbildungen in Dhurm-sala (Taf. IX, Fig. 4), in Mezoë-Mandaras (Taf. IX, Fig. 2; Taf. XI, Fig. 2), in Seres (Taf. XI, Fig. 3) und in Alfianello (Taf. XI, Fig. 1) vorhanden zu sein.

Was nun aber die Chladni- v. Hoff'sche Hypothese der überhasteten Krystallisation im Momente der Ankunft an der Atmosphäre anlangt, so glaube ich doch, dass sie über unsere gewöhnlichen Vorstellungen allzuweit hinausgeht und auch durch nichts begründet ist, so dass sie im höchsten Grade problematisch bleibt. Ausserdem ist aber gar nicht einzusehen, warum die Krystalle und Krystallskelete der Chondrite auf eine mehr überhastete Krystallisation zurückzuführen sein sollten, als sie in vielen Fällen bei den tellurischen vulcanischen Gesteinen ist.

Wenn ich nun weder die eine, noch die andere der gangbaren Hypothesen für Meuselbach als zutreffend anerkenne, kann man billig von mir verlangen, dass ich eine andere an ihre Stelle setze, die ich allerdings nur in grossen Zügen anzudeuten vermag.

Es scheint mir, dass heute wenige Forscher noch daran zweifeln, dass Meteoriten und Kometen zusammengehören. Die Meteoriten besitzen bei ihrer Ankunft an der Atmosphäre eine gewaltige Geschwindigkeit, welche eine parabolische Bahn bedingt. Die Folge davon ist eine bald sehr grosse, bald sehr kleine Entfernung der Massen von der Sonne, also sehr bedeutende Temperaturunterschiede. Mit Wasser, vielleicht auch mit freiem Sauerstoff waren die Meteoriten vor ihrer Ankunft auf der Erde kaum in Berührung, das beweist die Frische des so leicht oxydirbaren Nickeleisens und Troilit. Hatten wir also ursprünglich ein massiges Erstarrungsgestein, so musste dies unter dem Einflusse des starken Temperaturwechsels auf seiner Reise um die Sonne einer trockenen, oxydationsfreien Verwitterung anheimfallen, welche eine Auflockerung der Gesteine wohl hervorbringen konnte. Für die weitere Vorgeschichte mag ja dann im Grossen und Ganzen das zutreffen, was Tschermak¹⁾ a. a. O. auseinandergesetzt hat, und dort mögen vielleicht auch zum Theil die Ursachen der mechanischen Deformation zu suchen sein, welche das anomale optische Verhalten einzelner Bestandtheile bedingt.

Erklärung der Abbildungen.²⁾

1. Meteorit (Chondrit) von Meuselbach, Natürliche Grösse.
2. Structurbild. (Mit Salzsäure angeätzt, nicht eingedeckt. Dunkelfeldbeleuchtung im durchfallenden Lichte) Olivin und Erz dunkel. Bronzit gekörnelt. Glas und Hohlräume farblos. Unregelmässige Vertheilung der Gemengtheile. Olivin- und Bronzitskelete. Vergr. 15.
3. Einheitlicher skeletartiger Krystall (Chondrum) mit farbloser Glaszwischenmasse, in welcher in einer mittleren Zone Chromit angehäuft ist. Structur weit in die Umgebung fortsetzend. Vergr. 150.
4. Chondrum nicht rundum durch breite Olivinzone abgeschlossen. Innere Structur rechts über das Chondrum hinausgreifend. Farbloses Glas leicht gekörnelt und dadurch von den Hohlräumen zu unterscheiden; darin Einschlüsse von Olivinkryställchen. Vergr. 100.
5. Theil eines Chondrums, welches aus gerundeten Krystallen von Olivin in farbloser Glasgrundmasse besteht. Es ist randlich zum Theile von Troilit umgrenzt. Kein scharfer Abschluss gegen die Umgebung. Vergr. 160.
6. Die skeletartige Structur eines Chondrums setzt sich in die Umgebung fort, und es bildet sich unten rechts sozusagen noch ein halbes angewachsenes Chondrum aus. Vergr. 125.
7. Chondrum aus gerundeten Krystallen von Olivin, welche in farblosem Glas eingebettet sind. Das Glas und einzelne Krystalle setzen sich in die Umgebung fort. Vergr. ca. 70.
8. Skeletartige Bronzitkrystalle mit zwischengeklemmtem grösseren Krystall von Olivin. Vergr. 75.
9. Krystallskelet. Scheinbar halbes Chondrum. Olivin hell, Bronzit dunkel. Beide in die Umgebung übergreifend. Nicols gekreuzt. Vergr. 100.
10. Krystallskelet von Bronzit mit Glas; mosaikartig mit der Hauptmasse verbunden. Nicols gekreuzt. Vergr. 75.
11. Olivin und Bronzit in farblosem Glas eingebettet. Kataklastische Sprünge in einer Richtung herrschend. Nicols schief, Quarzplatte. Vergr. 100.
12. Partie eines Chondrums, welches nur theilweise von der Umgebung losgetrennt ist. Structur gleichartig innerhalb und ausserhalb des Chondrums. In dem anderen Theile des Schlifves radiale Sprünge, welche von dem eingeschlossenen Glase ausgehen. Vergr. 150.
13. Bronzit mit Trümmerzone und undulöser Auslöschung. Nicols gekreuzt. Vergr. 75.
14. Olivinchondrum entsprechend einem Krystall mit Trümmerzone. Vergr. 75.

¹⁾ Tschermak, Ueber den Vulcanismus als kosmische Erscheinung. Ber. der Wiener Akademie LXXV, 1877, I, 151 ff.

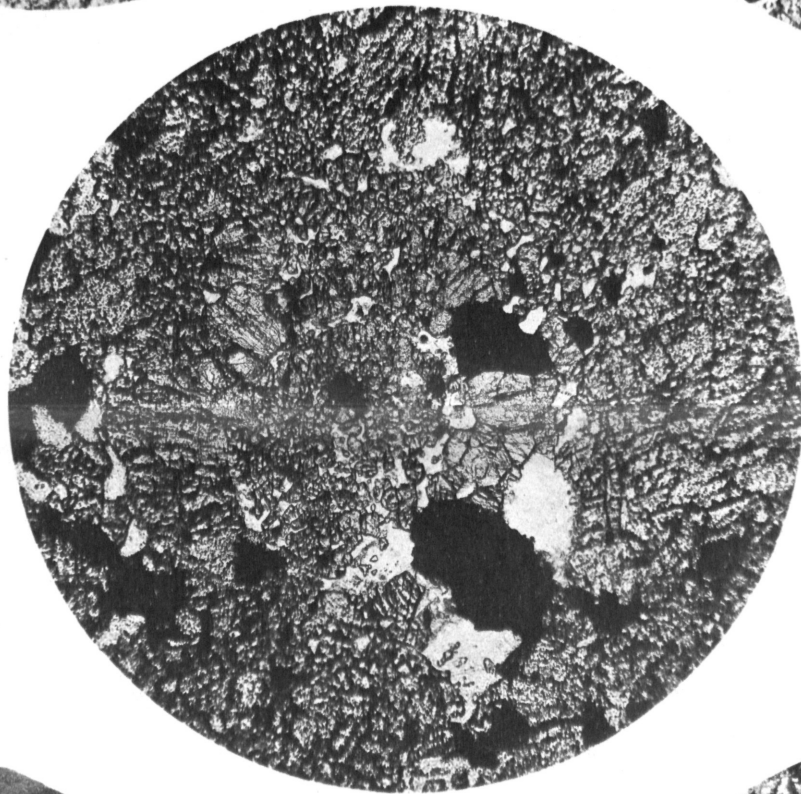
²⁾ Für die Herstellung der Negative bin ich Herrn Dr. W. Gebhardt und der Firma Carl Zeiss in Jena zu besonderem Danke verpflichtet.

G. Linck: Meteorstein von Meuselbach.

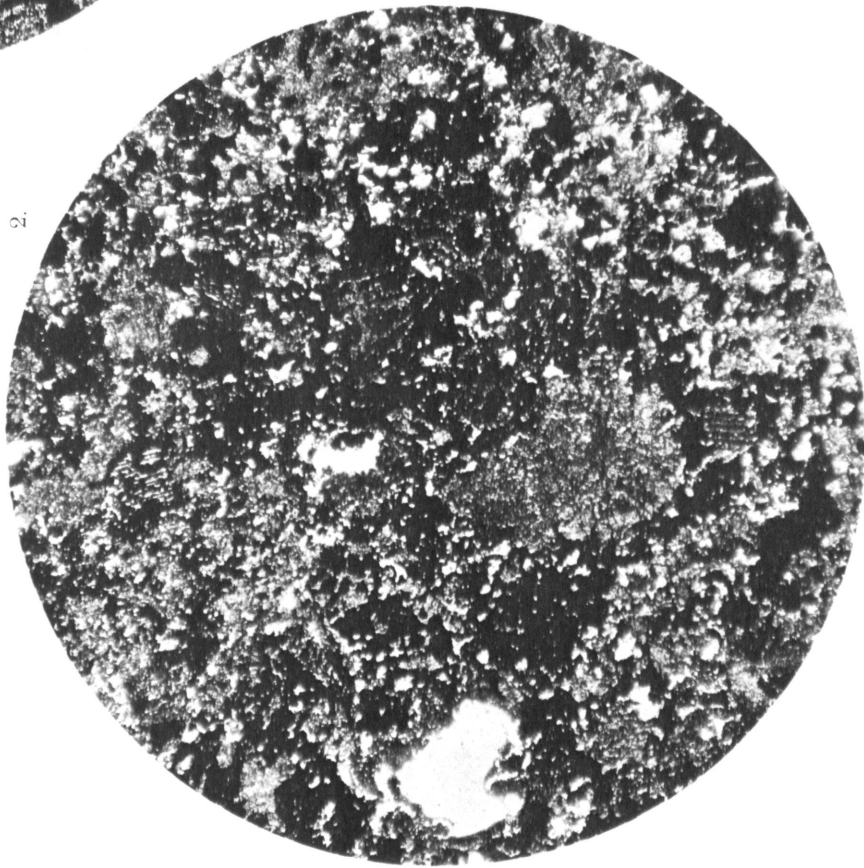
1.



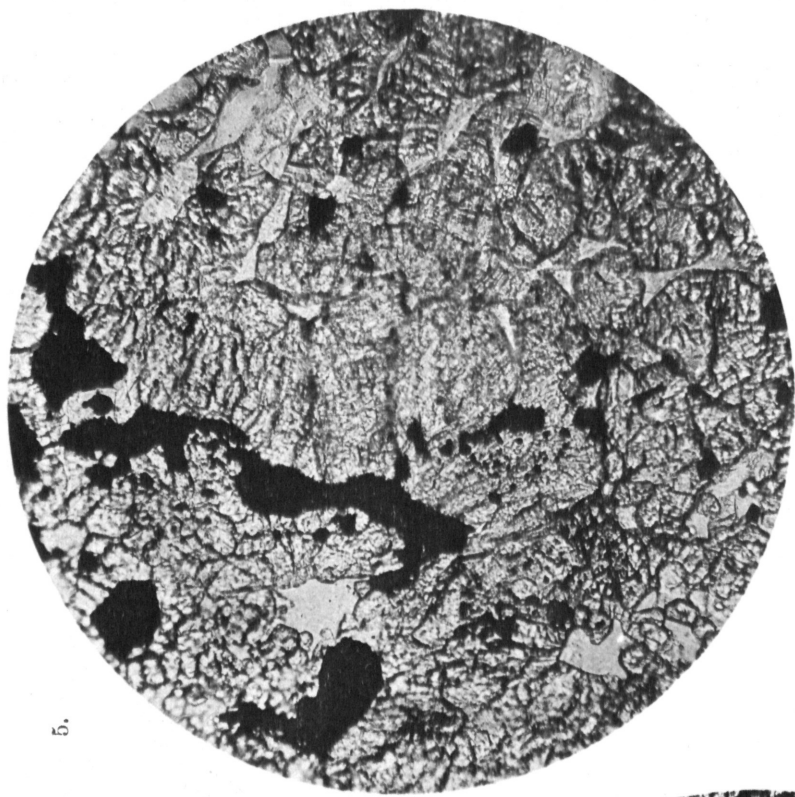
4.



2.



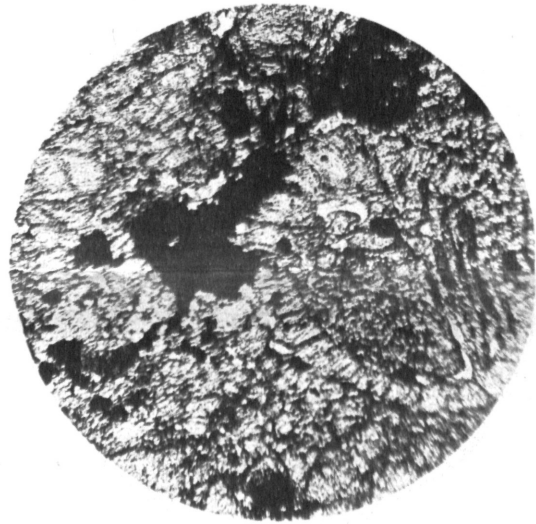
5.



3.

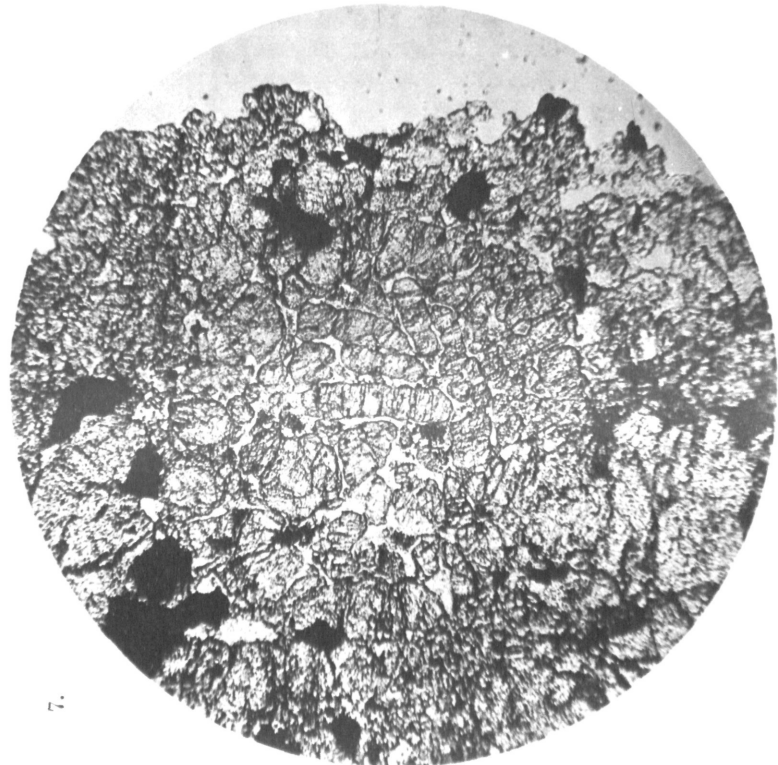


6.

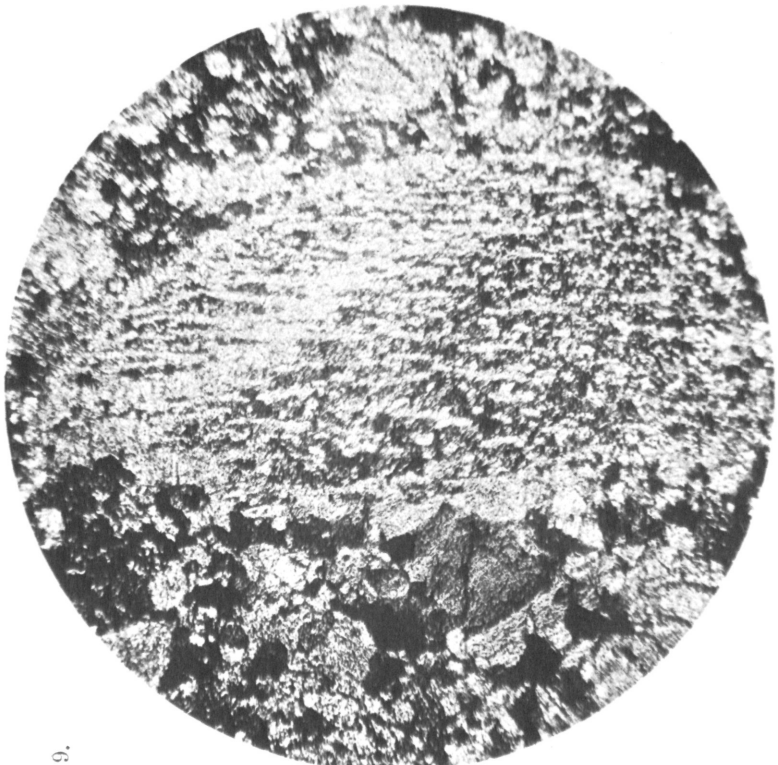


G. Linck: Meteorstein von Meuselbach.

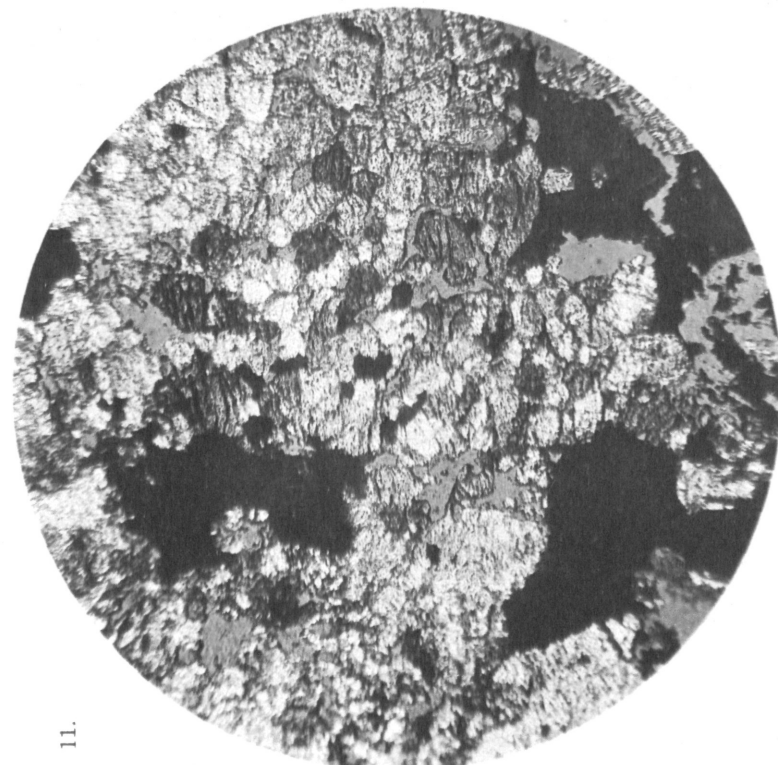
Taf. V.



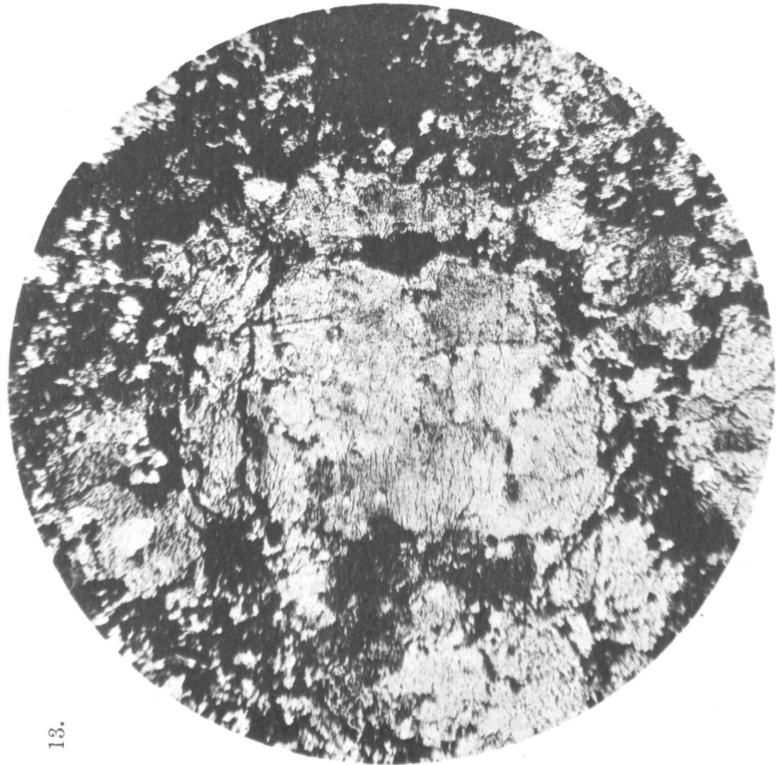
7.



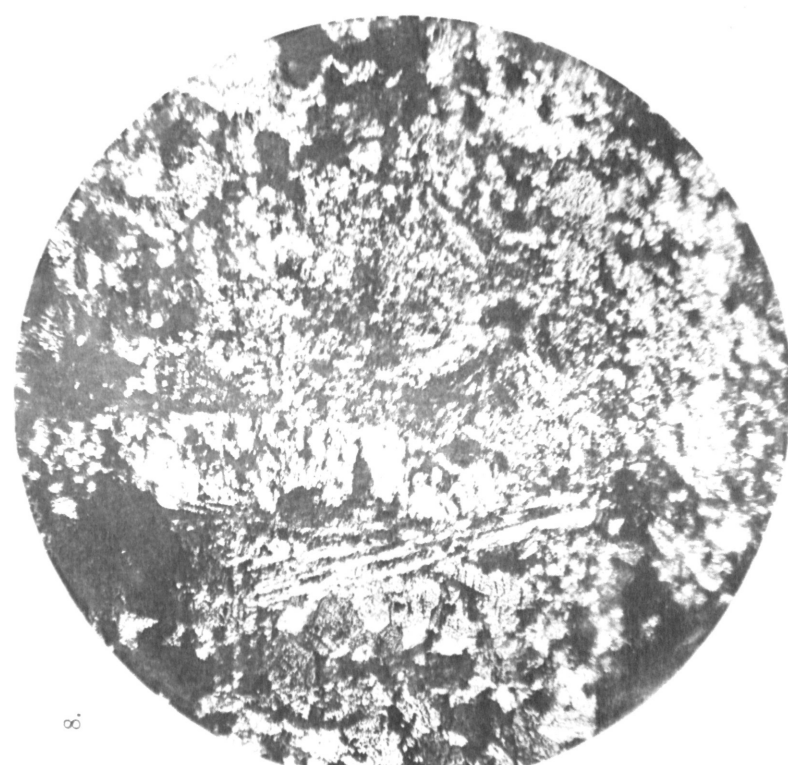
9.



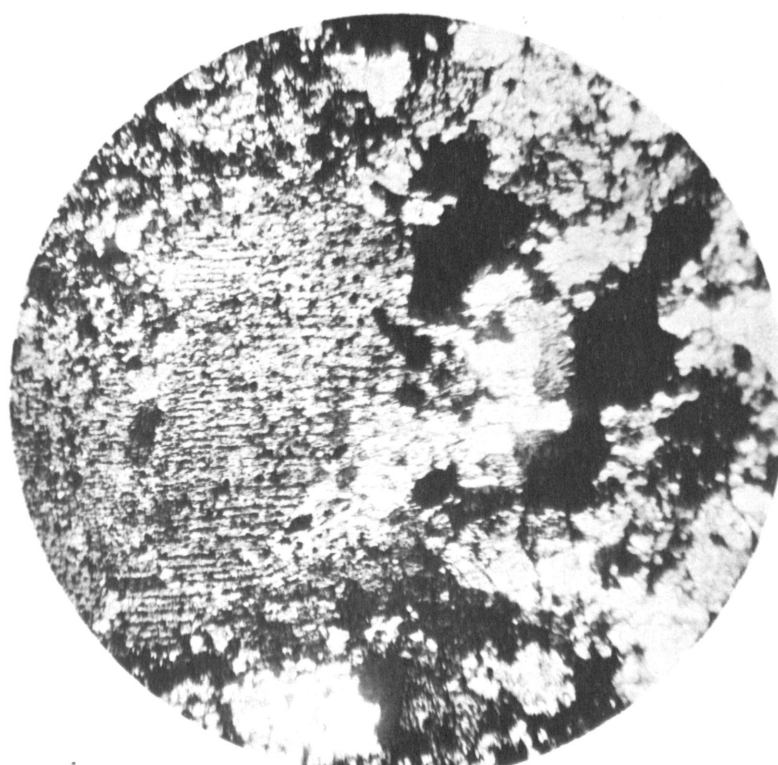
11.



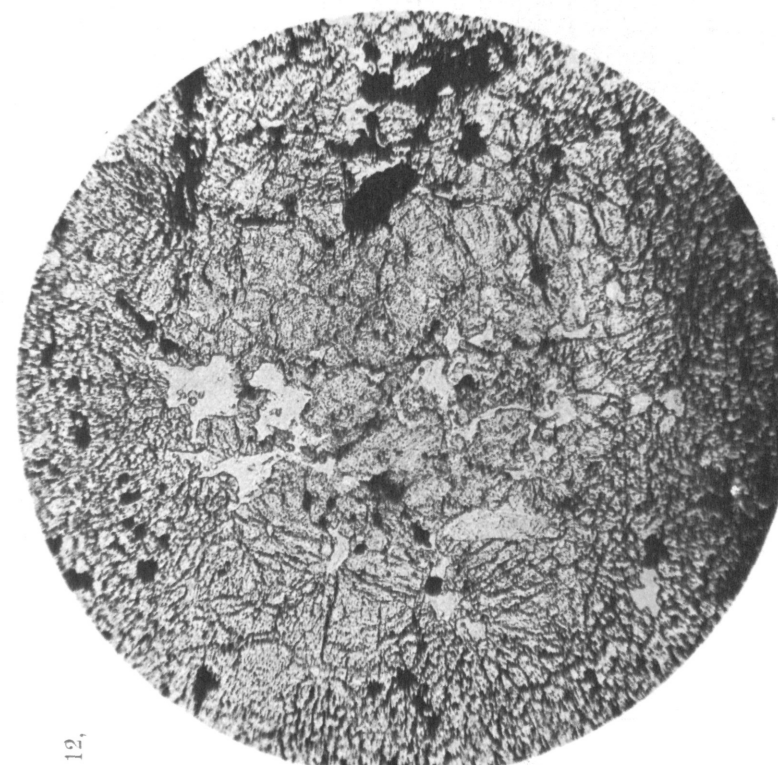
13.



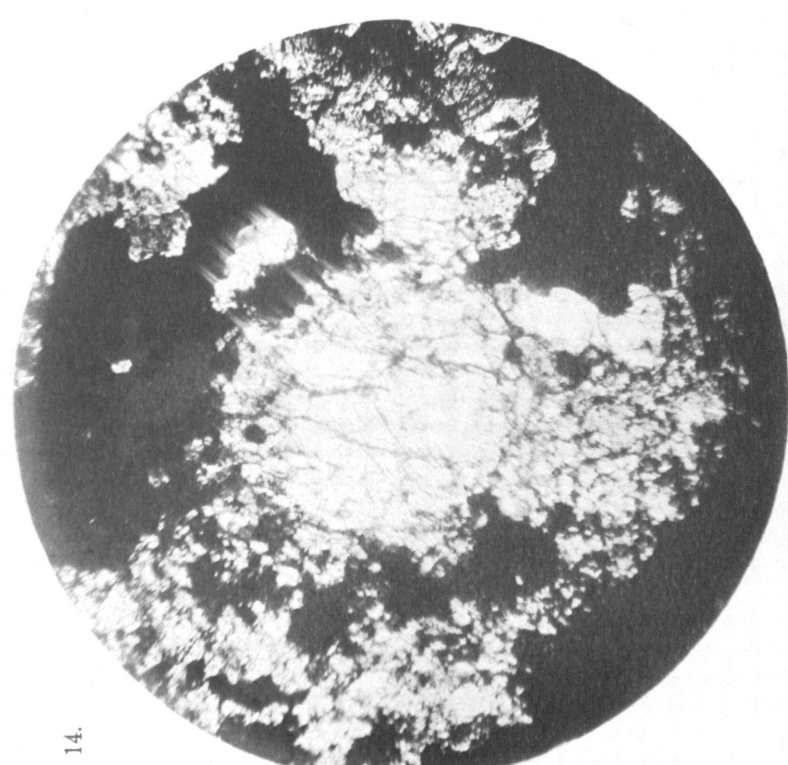
8.



10.



12.



14.

Negative v. G. Linck.