

Über
Gefüge und Zusammensetzung
der
Meteoriten.

Von
Dr. Aristides Brezina.

Vortrag, gehalten den 19. December 1894.

(Mit Demonstrationen.)

Mit 33 Abbildungen im Texte.



Wir haben in den zwei verflossenen Wintern die merkwürdigen Schicksale der Meteoriten sowie ihrer nahen Verwandten, der Feuerkugeln, Sternschnuppen und Kometen im Weltenraume betrachtet, haben die Erscheinungen beim Eintritte der ersteren drei Gruppen von Körpern in die Atmosphäre der Erde, endlich die Gestaltungsprocesse der Meteoriten und ihre Vertheilung an den Fallpunkten besprochen; es erübrigt mir heute, auseinanderzusetzen, welche Aufschlüsse uns eine genauere Untersuchung über die näheren und entfernteren Bestandtheile gibt, aus welchen diese eigenthümlichen kleinen Himmelskörper bestehen.

Die erste Frage, die wir naturgemäß an solche Sendlinge aus fernen Räumen richten, geht dahin, ob sie uns wohl Grundstoffe oder Verbindungen mitbringen, welche unserer Erde fremd sind.

Allerdings sagt uns eine nähere Überlegung, dass wir neue Grundstoffe nicht wohl erwarten dürfen. Denn soweit die menschliche Erinnerung zurückreicht und gewiss wohl darüber hinaus, sind Meteoriten auf die Erde herabgefallen; nur ein verschwindend kleiner Theil davon ist aufbewahrt, der weitaus überwiegende

Theil ¹⁾ für uns verloren gegangen, das heißt, allmählich zerfallen und dem Erdboden assimiliert worden.

¹⁾ Sowohl Meteorsteine als -Eisen, wenn sie auf oder in feuchtem Boden liegen, rosten durch Oxydation des Eisens, zerfallen und werden dem Boden assimiliert, ein Process, welcher bei den Steinen schnell, bei den Eisen langsam vor sich geht. Daher kommt es, dass Meteoriten, wenn sie nicht während oder unmittelbar nach dem Falle bemerkt werden, zumeist für uns verloren sind. Nun wissen wir, dass jährlich durchschnittlich von fünf beobachteten Fällen Stücke in unsere Sammlungen gelangen, welche nahezu ausnahmslos während der Tagesstunden fallen; nachdem wir allen Grund haben, anzunehmen, dass während der Schlafenszeit der Menschen ebensoviele Fälle stattfinden, müssen wir obige Zahl von fünf Fällen verdoppeln, macht zehn Fälle. Nachdem uns weiter eine Betrachtung der Vertheilung der Fälle auf der Erde zeigt, dass nur in den stärker bevölkerten Cultur-gegenden solche Erscheinungen Aussicht haben, beobachtet zu werden, müssen wir obige Zahl von 10 mindestens mit 30 multiplicieren, das ist das Verhältnis zwischen dem Raume jener Culturländer und den schwach oder gar nicht bevölkerten Gebieten (Meeresfläche, Wüsten, hohe Alpengebiete etc.); nachdem endlich auch in dichtbevölkerten Gegenden zahlreiche detonierende Meteore beobachtet werden, welche alle Merkmale von Fallphänomenen bieten, ohne dass es gelingt, die herabgefallenen Massen aufzufinden, müssen wir die obige Zahl von 300 Fällen mindestens noch einmal verdoppeln, um die Zahl der wirklichen Fälle eines Jahres zu erhalten, wofür wir also als Minimum 600 erhalten.

Als mittleres Gewicht der bei einem Falle herabgelangenden Massen können wir eine halbe Tonne oder 500 kg annehmen; wir haben nämlich in unseren Sammlungen 5 Tonnen Meteorsteine und 130 Tonnen Eisen, welche

Eine sehr niedrige Schätzung ergibt für ein Jahrtausend etwa 75.000 Tonnen Zuwachs, genug, um bei dem unausgesetzten Kreislaufe der anorganischen Stoffe alle Punkte der uns zugänglichen Erdschichten mit solchen außerirdischen Elementen zu versehen.

In der That findet sich unter den 24 Elementen, welche man bisher in Meteoriten mit Sicherheit nachgewiesen hat,¹⁾ kein einziges, das nicht auch auf der Erde gefunden worden wäre. Insbesondere wurde das für Meteoriten charakteristische, unseren irdischen

135 Tonnen sich auf 540 Fälle vertheilen, bei denen gewiss nicht ganz die Hälfte des jeweilig Gefallenen aufgefunden wurde, so dass wir auf obige 540 Fälle 270 Tonnen rechnen müssen.

Es fallen demnach jährlich 300 Tonnen Meteoriten zur Erde, im Jahrtausend 300.000 Tonnen.

Wollen wir aber, um ganz sicher zu gehen, von der Verdoppelung der wirklich gefundenen Menge von 135 Tonnen absehen und ebenso davon absehen, dass auch die in cultivierten Ländern beobachteten detonierenden Meteore Massen geliefert haben dürften, so bleibt immer noch als jährliches Fallquantum 75 Tonnen übrig oder 75.000 Tonnen im Jahrtausend.

¹⁾ In dem sehr sorgfältig gearbeiteten Heft I von Cohen's Meteoritenkunde (Untersuchungsmethoden und Charakteristik der Gemengtheile, Stuttgart 1894, XIII und 340 Seiten) finden sich als in Meteoriten mit Sicherheit nachgewiesen folgende Elemente: *O, N, H, S, P, C, Si, Bi, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Sn, Al, Mg, Ca, Sr, Ba, Li, Na, K*, also 24; ferner als wahrscheinlich oder zweifelhaft *Cl, As, Ti, Pb, Ce, Mo, V, Di, U, W*.

primären Gesteinen auf weite Strecken fehlende Element Nickel von dem bekannten Meteoritenforscher Freiherrn v. Reichenbach in allerdings sehr kleinen Mengen an allen Stellen der Erdoberfläche constatirt, von welchen er — aufs Gerathewohl — Proben aufgesammelt hatte.

Wenngleich nun die Elemente, aus denen die Meteoriten bestehen, durchwegs solche sind, welche wir auch auf der Erde finden, gilt dies nicht mehr oder nur theilweise von den Verbindungen, in welchen diese Elemente auftreten. Wir kennen mit Sicherheit 21 Mineralien aus Meteoriten,¹⁾ und unter diesen sind bisher auf der Erde nur 12 beobachtet, die übrigen 9

¹⁾ Die bisher in Meteoriten unzweifelhaft nachgewiesenen Mineralien sind:

- Kamacit oder Balkeneisen $Fe_{14} Ni$;
- Cohenit $(Fe, Ni, Co)_3 C$ oder $(Fe, Ni, Co)_4 C$;
- Schreibersit und Rhabdit $(Fe, Ni, Co)_3 P$;
- Diamant, Graphit und amorphe Kohle C ;
- Kohlenwasserstoff $n CH_2$ und $n C_3 H_8 O_2$;
- Celestialit $C_4 H_{12} S_5$;
- Troilit $Fe S$, Oldhamit $Ca S$;
- Daubréelit $Fe S. Cr_2 S_3$;
- Eisenchlorür (Lawrencit) und Nickelchlorür (wahrscheinlich secundärer Entstehung);
- Quarz und Tridymit (Asmanit) $Si O_2$;
- Osbornit (wahrscheinlich Oxysulfid von Ca und Ti);
- Breunerit $(Mg, Fe) CO_3$;
- Chromitgruppe $Fe O. Cr_2 O_3$ — $Mg O. (Fe, Cr)_2 O_3$ —
 $(Fe, Mg) O. (Cr, Al)_2 O_3$ — $Fe O. (Cr, Al)_2 O_3$;
- Olivin $(Mg, Fe)_2 Si O_4$;

sind ihr fremd; und ebenso eigenartig sind die Formen der meteoritischen Mineralien, auch der auf der Erde sich wiederfindenden. Während also die Übereinstimmung der Elemente darauf hinweist, dass Erde und sonstige Himmelskörper einerlei, gemeinsamen Ursprunges sind, spricht die Verschiedenheit der Verbindungen und Structurformen dafür, dass sich die Meteoriten unter ganz anderen Umständen gebildet haben, als sie auf der Erde herrschen.

Wasser und Sauerstoff, diese allgegenwärtigen Substanzen unserer Erde, denen wir die Möglichkeit organischen Lebens verdanken, müssen, und zwar ersteres ganz gefehlt haben, letzterer sehr spärlich gewesen sein dort, wo sich die Meteoriten gebildet haben. Wir schließen dies vor allem aus dem Gehalt an metallischem Nickeleisen, der fast ausnahmslos den Meteoriten eigen ist, aus dem vollständigen Fehlen von wasserhaltigen Verbindungen und aus der Frische solcher Mineralien, welche wie Olivin, Pyroxen und Feldspat in hohem Grade geneigt sind, unter der Einwirkung von feuchter Luft sich zu verändern.

Ganz eigenthümlich ist die große Neigung der Meteoriten, innerhalb ihrer Masse kugelige oder doch

Rhombische Pyroxene, und zwar Enstatit $Mg Si O_3$ —
 $(Mg, Ca) Si O_3$; Bronzit $(Mg, Fe, Ca) Si O_3$; Hypersthen $(Fe, Mg, Ca) Si O_3$;
 Monokline Pyroxene, und zwar Augit und Diopsid
 $(Mg, Ca) Si O_3$;
 Anorthit und Plagioklas, endlich Maskelynit.

angenähert rundliche Gebilde entstehen zu lassen, welche den Charakter von überhästeten, an Ort und Stelle entstandenen Krystallbildungen tragen. Dieser Neigung zur Kugelbildung unterliegen fast alle Gemengtheile der Meteoriten, sämtliche Silicate einschließlich des Glases; das Nickeleisen in den Steinmeteoriten, entweder für sich oder mit Troilit gemengt, wohl auch als Anreicherung in den obersten Schichten einer Silicat-kugel, einer sogenannten Chondre; der Troilit selbst wieder kommt bald als Anreicherung in den Silicatchondren, bald mit Graphit wechsellagernd und von Schreibersit umhüllt chondrenförmig in den Eisenmeteoriten vor. Von den Steinmeteoriten¹⁾ sind 88 % durch die Anwesenheit solcher Chondren ausgezeichnet, die sogenannten Chondrite, nur 8 % sind davon frei (ich

¹⁾ Wir kennen augenblicklich von 500 unter 540 Meteoriten die petrographische Beschaffenheit genau genug, um sie in eine der Classen des Systems einzureihen; die Zahl der Localitäten in jeder Classe sind nun:

		Percent der ganzen Meteoriten	Percent der Steine oder Eisen
Steinmeteoriten	318	64	100
Achondrite	26	5	8
Chondrite	279	56	88
Siderolithe	13	3	4
Eisenmeteoriten	182	36	100
Lithosiderite	11	2	6
Oktaëdrite	126	25	69
Hexaëdrite	31	6	17
Ataxite	14	3	8

nannte sie früher Polyedrite, will sie aber weiterhin, einem Vorschlage Cohen's folgend, Achondrite nennen); die restlichen 4⁰/₀, die Siderolithe, sind eigentlich auch nur verschleierte Chondrite; einer derselben zeigt bis zu wallnussgroße Eisenchondren von ganz typischem Chondrencharakter; auch die Eisenmeteoriten haben in den schon erwähnten Ausscheidungen von Troilit und Graphit ganz analoge Gebilde; mehrere derselben zeigen bis haselnussgroße Knollen, welche in ihrer jetzigen Masse Graphit sind, aber an ihrer ganzen Oberfläche die Krystallformen des Diamants zeigen und zweifelsohne in Graphit umgewandelte Krystallstöcke dieser kostbaren Modification des Kohlenstoffes sind.

Doch nun will ich die wichtigsten dieser Erscheinungsformen der Gemengtheile im Bilde vorführen, wobei ich im wesentlichen einer systematischen Anordnung folgen werde, die Steinmeteoriten voraus, welche sich gliedern in Achondrite (frei von Chondren, eisenarm), Chondrite (chondrenführend, Olivin, Bronzit und metallisches Nickeleisen) und Siderolithe (Übergänge zu den Eisen, letzteres reichlich, aber auf Schnittflächen nicht zusammenhängend erscheinend).

Unser erstes Bild zeigt uns einen Achondrit, den aus Bronzit und Olivin bestehenden Stein von Jelica in Serbien, gefallen 1. December 1889. Die dunklen polyedrischen Körner sind dichtere Ausscheidungen der Grundmasse, im übrigen von gleicher Zusammensetzung wie jene. Das Aussehen des Steines ist das

eines Tuffes, das Gefüge jedoch das eines einheitlichen Gesteins. Die abgebildete Fläche ist eine ebene, polierte Schnittfläche.

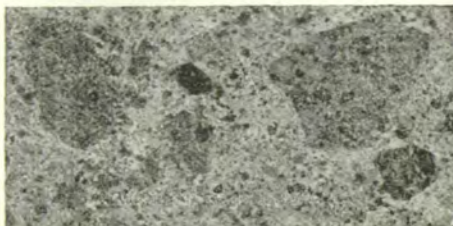


Fig. 1.

Das nächste Bild (Fig. 2) zeigt einen charakteristischen Chondrit im frischen Bruche, den heute vor 96 Jahren (am 19. December 1794) gefallenen Stein



Fig. 2.

von Benares, Ostindien. Die harten, feinfaserigen Kügelchen stecken in einer lockeren, zwischen den Fingern zerreiblichen Grundmasse; bei Entzweibrechen

eines solchen Stückes bleiben die harten Kügelchen ganz in einem der beiden Bruchstücke stecken, ragen also entweder aus der Masse hervor, oder hinterlassen einen runden Hohlraum. Auch hier sind die ausgeschiedenen Chondren mit der weichen Grundmasse von gleicher chemischer Beschaffenheit. Dünnschliffe solcher Chondren im Mikroskope betrachtet lassen viele merkwürdige Erscheinungen erkennen. Das eine Bild (Fig. 3) zeigt eine aus Bronzit mit Glaseinschlüssen bestehende

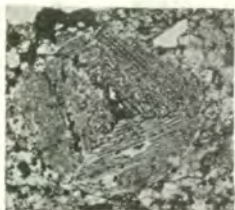


Fig. 3.

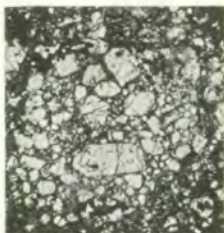


Fig. 4.

solche Chondre im Steine von Stawropol am Kaukasus, gefallen am 24. März 1857, welche aus drei gleichzeitig erstarrten Krystallindividuen besteht; in einem gegebenen Momente hat sich auf der ganzen Oberfläche des Kügelchens glasfreie Bronzitmasse ankrySTALLISIRT (der wasserhelle Kreis), dazu ist noch eine schwache Schichte von glasführendem Bronzit gekommen. Die Vergrößerung ist eine zwanzigfache.

Das andere Bild (Fig. 4) zeigt eine Chondre aus dem Steine von Sarbanovac bei Alexinac in Serbien,

welcher am 3. October 1877 während des serbisch-türkischen Krieges in das serbische Hauptquartier fiel. Ringsum ausgebildete Olivinkristalle stecken in einer an Glas reichen Masse. Vergrößerung wie früher. p. 1
100

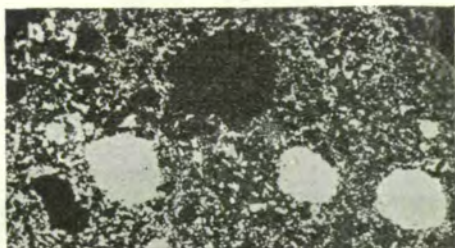


Fig. 5.

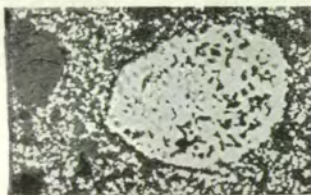


Fig. 6.

Ähnliche Olivinkristalle, aber von makroskopischen Dimensionen, sehen wir in dem von Silicat-chondren freien Siderolith (Mesosiderit) von Vaca Muerta, Chili, gefunden 1861 (Fig. 5). Hier, wie in den Mesosideriten überhaupt, übernimmt häufig das Nickeisen die Chondrenbildung, wie wir auch neben

dem (schwarz erscheinenden) Olivinkristalle einige, allerdings massiv struierte Eisenchondren bis zu Haselnussgröße sehen (in der Abbildung weiss).

In dem ebenfalls zu den Mesosideriten gehörigen Steine von Miney, Arkansas, gefunden 1856 (Fig. 6), treten derlei Eisenchondren auf, welche bis Wallnussgröße erreichen und im Innern wurmförmige Ausscheidungen von Silicatmasse zeigen.

Solche Ausscheidungen in Ausscheidungen sind in den Meteoriten nicht selten. Zu den seltsamsten derartigen Gebilden gehören die angehängt kugelförmigen, wahrscheinlich mit Glas gefüllten Hohlräume im Siderolith von Lodran in Ostindien, gefallen 1. October 1868, welche eigenthümliche Spannungserscheinungen zeigen und immer von kleinen Fremdkörpern, wahrscheinlich Chromit, begleitet sind. Die Längsaxe der meist einem schwach verlängerten Rotationsellipsoid entsprechenden Körper liegt in der ausgezeichneten Spaltungsebene des Bronzites, welches die betreffenden Kugeln beherbergt. Fig. 7 zeigt eine solche ausnahmsweise mit einem stielartigen Fortsatze versehene Glaspore.



Fig. 7.

Die nun folgenden Beispiele sind den Reihen der Eisenmeteoriten entnommen.

Der Bronzit, welcher einen der beiden Hauptbestandtheile der Steinmeteoriten bildet, erscheint in

isolierten Krystallkörnern im Lithosiderit (Siderophyr) von Rittersgrün in Sachsen, gefunden 1833 (Fig. 8). Die Lithosiderite gehören bereits den Meteoreisen zu,

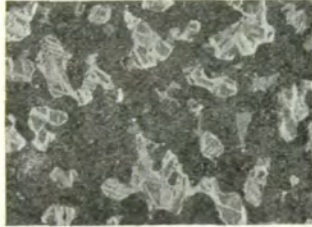


Fig. 8.

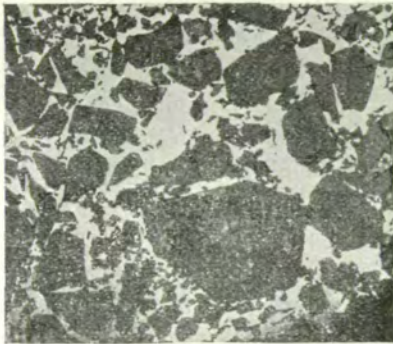


Fig. 9.

und hier sehen wir auch das Eisen auf Schnittflächen meist ein zusammenhängendes Netz bilden. Bei Ätzung mit schwacher Salpetersäure zeigt dieses Nickeleisen

die eigenthümlichen Widmanstätten'schen Figuren, von welchen weiterhin eingehender die Rede sein wird.

Der ebenfalls den Lithosideriten zugehörige Pallasit von Eagle, Kentucky, gefunden 1880, zeigt (Fig. 9) eine äußerst merkwürdige Erscheinung, welche über frühere Veränderungsprocesse Aufschluss gibt. Wir sehen hier viele polyedrische Olivinkrystalle in

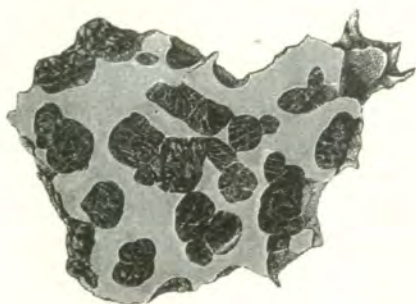


Fig. 10.

einem Eisengerüst; aber die Art der Begrenzung der Olivine lässt deutlich erkennen, dass diese Krystalle zerrissen wurden, und dass sich das Nickeleisen zwischen die Trümmer hineingeschoben hat; man kann vielfach noch die aneinanderpassenden Bruchstücke erkennen.

Diese Erscheinung ist nicht allen Pallasiten gemeinsam; der in Brenham, Kansas, im Jahre 1890 gefundene und der in prähistorischen Grabhügeln von

Anderson in Ohio im Jahre 1882 entdeckte (Fig. 10)¹⁾ zeigen ebenso wie der berühmte vom russischen Reisenden Pallas im Jahre 1776 aufgefundenen von Medwedewa bei Krasnojarsk in Sibirien (das sogenannte Pallaseisen) einheitliche Olivinkrystalle, welche jedoch fast vollständig abgerundete Oberflächen besitzen mit nur vereinzelt stehengebliebenen Krystallflächen.

Wir lernen aus diesen Erscheinungen, dass der Olivin zuerst festgeworden sein muss und dass erst dann das Eisen ihn in flüssigem oder halberweichtem Zustande umgeben hat; im Falle des Eaglepallasites hat die Masse kurz vor dem völligen Erstarren des sehr zähflüssigen Eisens Deformationen erlitten, welche ein Hin- und Herzerren der zerrissenen Olivinkrystalle bewirkten; in den Pallasiten mit einheitlichen, aber abgeschmolzenen Olivinen hat hingegen ein Zustand geherrscht, wie man ihn künstlich herstellen kann, wenn man eine gesättigte Alaunlösung über großen Alaunkrystallen bei etwas auf- und abschwankender Temperatur ruhig stehen lässt; das Wechselspiel von Auflösung des Alauns beim Steigen und von Ablagerung beim Fallen der Temperatur erzeugt auch hier eine gerundete Oberfläche mit vereinzelt ganz ebenen und glatten Krystallflächen.

¹⁾ Dieses nicht nach der Natur, sondern nach einer Zeichnung reproducierte Cliché ist nur für die Form der Olivine massgebend, während das Eisennetz in stylisierter Darstellung erscheint.

Die eigentlichen rein metallischen oder Eisenmeteoriten gliedern sich wieder nach ihrem Gefüge in drei große Gruppen: die octaëdrischen, hexaëdrischen und dichten Eisen.

Die ersteren, auch Octaëdrite genannt, zeigen einen schaligen Aufbau nach den vier Flächen eines Octaëders, parallel welchen dickere, meist 1 mm starke Platten von nickelarmem Eisen (6.5% Nickel, entsprechend der Formel $Fe_{14}Ni$) mit einhüllenden papierdünnen Lamellen von nickelreichem ($25-35\%$ Nickel) wechsellagern. Hier ist aus dem Nickel-eisenmagma, welches im ganzen mehr als 6.5% Nickel enthalten musste, zuerst immer eine Platte von der erwähnten Zusammensetzung $Fe_{14}Ni$ (Kamacit oder Balkeneisen) auskrystallisiert, dann hat sich der an Nickel angereicherte Mutterlaugenrest in obiger schwankender Zusammensetzung als Hülle von Tänit oder Bandeisen herumgelagert, dann ist wieder eine Kamacitplatte festgeworden und so fort.

Schneidet man einem solchen octaëdrischen Schalenbaue drei Paare Hexaëderflächen an, welche je gegen vier Octaëderflächen gleichgeneigt sind, und behandelt in 4 bis 6 wöchentlicher Einwirkung mit verdünnter, fortwährend erneuerter Salzsäure, so lösen sich die nickelarmen Kamacitplatten heraus, und man erhält ein Ätzpräparat, wie es in Fig. 11 dargestellt ist. Dieses Präparat wurde aus dem Eisen dargestellt, das im Jahre 1784 im Tolucahale in Mexico in großen Mengen gefunden wurde.

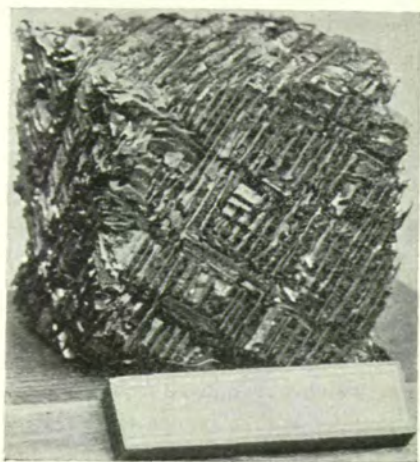


Fig. 11.

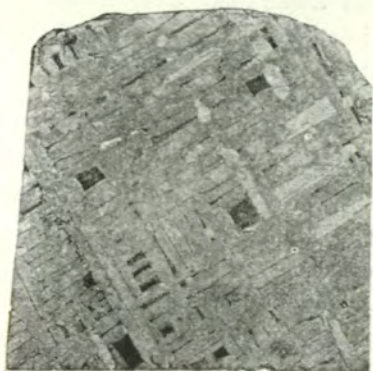


Fig. 12.

Die folgenden Bilder zeigen die Erscheinung, wie sie sich am selben Tolucaeisen bei Ätzung einer Würfel­fläche (Fig. 12) und einer Octaëderfläche (Fig. 13) darstellt. Im ersteren Falle sieht man nur zwei aufeinander senkrechte Balkenrichtungen; jede

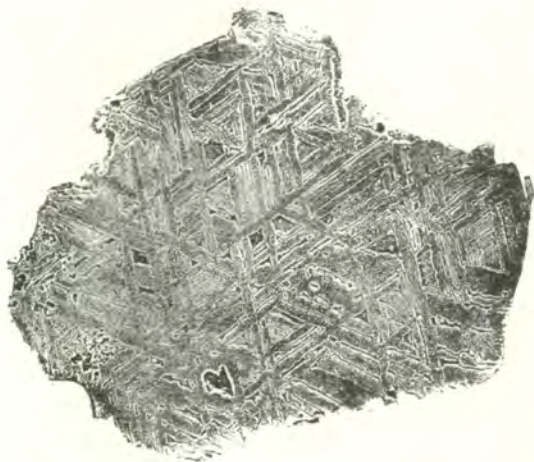


Fig. 13.

derselben gehört zwei nach entgegengesetzten Seiten einfallenden Octaëderlamellen zu; im letzteren Falle (der Octaëderfläche Fig. 13, galvanoplastisches Cliché von der geätzten Fläche) zeigen sich drei Lamellenzüge, entsprechend den drei zur Schnittfläche geneigten Octaëderflächen; die vierte, der Schnittebene parallele tritt nicht in die Erscheinung. In

beiden Fällen sieht man nebst den breiten Kamacitbalken und ihren feinen glänzenden Tániteinfassungen noch zwischengeklemmte Felder, welche vom sogenannten Fülleisen oder Plessit ausgefüllt sind; diese Felder sind die beim Fortwachsen der umhüllten Balken abgeschlossenen Kammern; darin ist Eisen eingeschlossen, das in seiner chemischen Zusammensetzung zwischen Kamacit und Tánit schwankt und in verschiedenartiger Weise erstarrt ist, bald als feinkörniges Gemische ohne sichtbare Structur (der eigentliche Plessit, bei der Ätzung meist mattgrau werdend) oder als feine Wiederholung der octaëdrischen Kamacit-Tánitlamellen in vielfacher Skelettbildung, den sogenannten Kämmen. Diese drei Bestandtheile, Balken-, Band- und Fülleisen, bilden zusammen die sogenannte Trias, welche den geätzten Schnittflächen von octaëdrischen Eisen jenes charakteristische Ansehen verleiht, das im Jahre 1808 von A. v. Widmanstätten allerdings zunächst nicht an geätzten, sondern an buntangelaufenen Platten entdeckt wurde (die Widmanstätten'schen Figuren).

Die Mehrzahl der Meteoreisen — 126 von 182 — zeigen diesen octaëdrischen Bau und werden deshalb Octaëdrite genannt. Sie gliedern sich wieder nach der Lamellenbreite. Am einen Ende der Reihe steht das Eisen von Butler, Bates County, Missouri, gefunden 1874 (Fig. 14), dessen vollständige aus Balkeneisen mit seiner beiderseitigen Tánithülle bestehende Lamellen bis zu einer Feinheit von einem

Fünzigstel oder einem Sechzigstel Millimeter herabgehen können. Unsere Abbildung lässt in der Trias, in welcher das Fülleisen die beiden anderen Bestandtheile überwiegt, bis haselnussgroße Knollen von Schwefeleisen oder Troilit erkennen, welche zunächst



Fig. 14.



Fig. 15.

von einer Lamelle umhüllt und mit dieser Hülle in die Trias eingebettet sind.

Unter den Octaëdriten sind am zahlreichsten die Eisen mit mittlerer Lamellenbreite von 0·5 bis 1·2 *mm*; das vorhin gezeigte Eisen von Toluca gehört hieher, ebenso das Eisen von Ilimaë, Chili, gefunden 1870, wovon in Fig. 15 ein Schnitt sehr nahe, aber doch

nicht genau parallel einer Würfelfläche abgebildet ist; die Spuren der vier octaëdrischen Lamellensysteme erscheinen wie in einem früheren Falle auf die zwei Diagonalen der Würfelfläche reduciert; neben diesen octaëdrischen, etwa 1 mm breiten Balken zeigen sich nun an mehreren Stellen scharfe dünnblättrige Einlagerungen, welche in zwei aufeinander senkrechten Richtungen verlaufen, und zwar die Winkel der Octaëderlamellen halbierend; diese den Würfelflächen parallelen Einlagerungen bestehen aus Troilit, welcher also hier in einer zweiten Form — den sogenannten Reichenbach'schen Lamellen — erscheint; sie sind nicht unmittelbar in die Trias eingelagert, sondern erst von einer wulstigen Hülle von Balkeneisen (dem Wickelkamacit) umgeben, ebenso wie dies beim Butlereisen mit den rundlichen Troilitknollen der Fall war.

Während das Eisen von Toluca — insbesondere auf der Octaëderfläche — eine eigenthümliche Schraffirung mancher Lamellen (die sogenannten Feilhiebe) und das Eisen von Ilimaë matte, wenig individualisierte Kamacitbalken besitzt, ist an einem weiteren octaëdrischen Eisen von Murfreesboro, Tennessee, gefunden 1847, die eigenthümliche Erscheinung des sogenannten orientierten Schimmers in ausgezeichneter Weise zu sehen. Durch das Auftreten feiner Ätzgrübchen hervorgerufen, lässt der Schimmer eine Lamelle in gewissen Lagen hellleuchtend, in anderen dunkel erscheinen. Die zu einer Octaëderfläche gehörigen Lamellen schimmern nicht alle gleichzeitig,

sondern vertheilen sich in der Regel auf drei verschiedene Schimmerlagen.

Unsere Abbildungen (Fig. 15 und 16) zeigen dies sehr deutlich an einer in zwei verschiedenen Beleuchtungslagen aufgenommenen Platte des Eisens von Murfreesboro, Tennessee, gefunden 1857. Man sieht, dass die meisten Lamellen in den beiden Aufnahmen ent-



Fig. 16.

Fig. 17.

gegengesetzte Beleuchtungseffekte zeigen: was im linken Bilde dunkel ist, ist meist hell im rechten; nur wenige Lamellen oder Theile von solchen haben in beiden Bildern dieselbe Schimmerung, entweder beiderseits hell oder beiderseits dunkel.

Eine vierte Erscheinung des Balkeneisens, welche aber gewöhnlich nicht auf dieses beschränkt zu sein pflegt, sondern, wenn überhaupt vorhanden, meist die ganze Trias beherrscht, ist die Fleckigkeit, welche

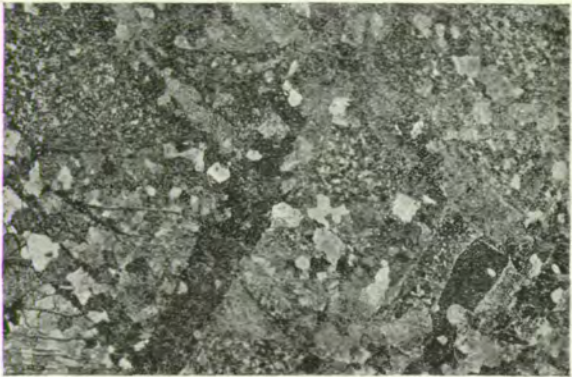


Fig. 18.

große Ähnlichkeit mit einem orientierten Schimmer hat, der nicht für eine ganze Lamelle constant ist, sondern auf ganz kleinen Partien einer Lamelle wechselt und dem betreffenden Meteorereisen ein äußerst buntscheckiges Ansehen verleiht. Unsere Fig. 18 zeigt die Erscheinung (in doppelter Vergrößerung, während alle anderen Eisen in Naturgröße abgebildet sind) am Eisen von Ruffs Mountain, Columbia, gefunden vor 1850.



Fig. 19.

Eine polierte, nicht geätzte Platte des Eisens von Merceditas, Chili, gefunden 1884 (Fig. 19), zeigt einen Troilitknollen, welcher wie die meisten in diesem Eisen

so zahlreichen Troilite Einschlüsse von Eisenkörnern, eigentlich Eisenwürfeln mit abgerundeten Kanten, besitzen.



Fig. 20.

Eine ebenfalls nur polierte Platte des Eisens von Glorieta Mountain, Neu-Mexico, gefunden 1884, zeigt über centimetergroße Krystalle von einer den Meteoriten eigenthümlichen Phosphornickeisenverbindung,



Fig. 21.

dem Schreibersit (Fig. 20), mit eigenthümlichen dachförmigen Fortwachsungen.

Endlich will ich noch einen Octaëdrit mittlerer Lamellenbreite vorführen, das im Falle beobachtete Eisen von Rowton, England, gefallen am 20. April 1876 (Fig. 21) das in ausgezeichnete Weise die Er-

scheinung der sogenannten Veränderungszone erkennen lässt, welche an frisch gefallenem oder bald nach dem Falle aufgefundenen Eisen beobachtet wird. Längs der natürlichen Oberfläche, welche mit der bekannten Schmelzrinde aus Eisenoxyduloxyd oder Hammerschlag bedeckt ist, ist die Trias bis zu einer Tiefe von 0·5 bis 2, ja selbst 4 und 10 *cm* in ihrem Gefüge etwas verändert, nämlich feinflimmerig geworden, eine Folge der Erweichung, welche bei einer Temperatur nahe, aber unter dem Schmelzpunkte des Eisens eintritt. Während an der Oberfläche die Schmelztemperatur des Eisens herrscht und dadurch erhalten wird, dass alles dünnflüssig Gewordene abtropft oder weggeblasen wird, bringt das Innere des Eisens die extrem niedrige Temperatur des Weltraumes mit; zwischen diesen beiden Extremen muss an irgend einer Stelle die Grenze verlaufen, an welcher die Erweichungstemperatur beginnt, oder besser gesagt, die Umlagerungstemperatur, bei welcher das feinflimmerige Gefüge eintritt. Man sieht an einzelnen Stellen unseres Bildes deutlich, wie zwar die Balken in die Veränderungszone hineinreichen, der Schimmer der ganzen Trias jedoch ein völlig anderer wird.

Octaëdrite mit groben Lamellen, etwa von 1·5 bis 2·5 *mm* Dicke, zeigen sehr häufig die Erscheinung, dass viele oder alle Kamacitlamellen eine Einlage von körnigem Kohlenstoffeisen, dem sogenannten Cohenit, $Fe_3 C$, besitzen, wie dies sehr schön in Fig. 22 an dem Eisen von Wichita County, Texas, gefunden

1836, zu sehen ist. Das Bild zeigt außerdem noch eine sehr merkwürdige längliche Troilitausscheidung mit einer den Umrissen des Troilit außerordentlich scharf folgenden, durchwegs 1 mm breiten Graphithülle. Die Vergesellschaftung dieser beiden Mineralien ist in Meteoriten eine außerordentlich häufige, insbesondere in der Gruppe der groben Octaëdrite, welcher



Fig. 22.



Fig. 23.

auch alle jene Meteoreisen angehören, in welchen bisher in Graphit umgewandelter Diamant gefunden wurde. Eines derselben, von Penkarring Rock bei Youndegin in Australien, gefunden 1884, ist in beifolgender Fig. 23 abgebildet. Es zeigt einen fast wallnussgroßen Knollen von Cliftonit (Graphit nach Diamant), umgeben von einer Corona von hellglänzendem Schreibersit,

darüber Wickelkamacit, das Ganze eingebettet in einer vorherrschend aus Balkeneisen bestehenden Trias, deren Kamacit stellenweise stark schraffiert ist, stellenweise nur einen lebhaften orientierten Schimmer zeigt.

Andere diamantführende Eisen derselben Gruppe sind Magura, Arvaer Comitatz, Ungarn, gefunden 1840, und Cañon Diablo, Arizona, gefunden 1891, in welchen beiden neben Cliftonit (dem schon erwähnten pseudomorphen Graphit in der Form des Diamants)



Fig. 24.

auch frischer Diamant und Carbonado gefunden worden sind. Das erstgenannte Eisen von Magura ist in einer nichtgeätzten Platte Fig. 24 dargestellt, welche eine langgezogene Triolitausscheidung mit hineinragendem Eisenkorn zeigt.

Ein sehr eigenthümliches octaëdrisches Eisen ist das 1856 zu Nelson County, Kentucky, gefundene (Fig. 25), das durch große Lamellenbreite und fast vollständiges Fehlen des Bandeisens gekennzeichnet ist; die Lamellen sind infolge dessen in ihrem Wachstume weniger gleichmäßig als bei anderen Octa-



Fig. 25.



Fig. 26.

ödriten und erweitern sich häufig; deshalb war auch für die Bildung eines abgesonderten Fülleisens keine Veranlassung vorhanden, sondern das Balkeneisen konnte ungehindert bis zur nächsten Lamelle fort-

wachsen. Auch die eigenthümlichen feinen, Feilhieben ähnlichen Zwillingslamellen des Kamacit sind hier ungewöhnlich stark ausgeprägt.

Ein Octaëdrit ganz eigener Art ist das Eisen von Hammond, Wisconsin, gefunden 1884. Hier sehen wir (Fig. 26) die hellgrauen, etwas unregelmäßig orientierten Lamellen des Balkeneisens eingesäumt von Aneinanderreihungen staubförmiger, bei der Ätzung schwärzlichgrau werdender Körnchen, wahrscheinlich einer Kohlenstoffverbindung angehörig. Die Felder sind von einem grauen Plessit erfüllt, welcher offenbar eine Wiederholung im kleinen der großen Lamellen darstellt. An mehreren Stellen erscheinen vereinzelt, von Wickelkamacit umgebene, aus hellglänzenden Körnern bestehende Schreibersitausscheidungen.

Eine weitere Classe der Eisenmeteorite zeigt keine Schalenbildung nach dem Octaëder, sondern einheitliches Gefüge mit durchlaufender Spaltbarkeit nach den Würfel- oder Hexaëderflächen; ich will diese Eisen Hexaëdrite nennen. Sie sind dadurch ausgezeichnet, dass ihre chemische Bauschzusammensetzung innerhalb enger Grenzen constant ist und derjenigen des Balkeneisens entspricht, 6·5 % Nickel und Kobalt auf 93·5 % Eisen mit einer Spielweite von ungefähr 0·5 % auf oder ab. Eines der bekanntesten derselben ist das bei Braunau in Böhmen am 14. Juli 1847 gefallene (Fig. 27), das neben den eigenthümlichen durchlaufenden, den Feilhieben des schraffierten Kamacit entsprechenden sogenannten Neumann'schen Linien



Fig. 27.

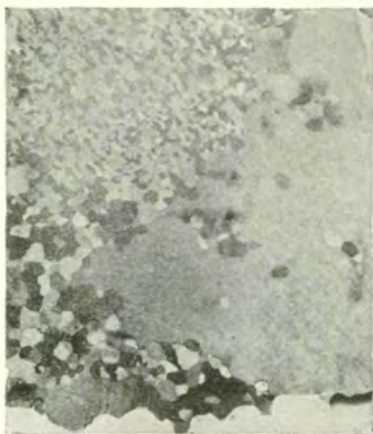


Fig. 28.

die Veränderungszone längs der Brandrinde sehr deutlich zeigt.

Die Hexaëdrite, welche 6 0/0 der Meteoreisen umfassen (31 von 182), treten nicht selten auch in einer breccienähnlichen Ausbildung auf, indem das ganze Eisen aus Körnern von abweichender Orientierung zusammengesetzt ist; jedes Korn für sich aber ist ein hexaëdrisches Individuum.



Fig. 29.

Ein solches breccienähnliches hexaëdrisches Eisen ist in Fig. 28 abgebildet, das Eisen von Hollands Store, Georgia, gefunden 1887.

Die Größe der einzelnen Körner ist sehr ungleich, von 1 mm bis zu 6 cm (in anderen Platten bis zu 12 cm) wechselnd. Auch die breccienähnlichen Hexaëdrite haben die constante Zusammensetzung des Kamacit mit 6—6.9 0/0 Nickel und Kobalt.

Ein anderes breccienähnliches hexaëdrisches Eisen, gefunden 1890 zu Summitt, Virginia, ist ausgezeichnet durch die Anwesenheit hieroglyphenförmiger Troilite. Unsere Abbildung (Fig. 29) zeigt in einer polierten, nicht geätzten Fläche eine Reihe solcher Ausscheidungen, in welche zum Theil das Eisen lappig oder ambosförmig hineinragt.

Zu den Hexaëdriten wird noch eine eigenthümliche Gruppe von Eisen mit hohem Nickel-Kobaltgehalt

(13 bis 18 %) gestellt, welche bei der Ätzung durchlaufende, matte Ätzbänder, drei aufeinander senkrechten Lamellen entsprechend, geben. Das bekannteste dieser Eisen ist das im Jahre 1793 in der Cap-colonie gefundene sogenannte Capeisen. Das Bild (Fig. 30) lässt zwei dieser Lamellenzüge erkennen; bei veränderter Lage der Platte würden die jetzt dunklen Bänder hell erscheinen und umgekehrt.



Fig. 30.

Schließlich sind bei der Classe der Hexaëdrite noch eine Reihe von Eisen zu erwähnen, welche vermöge der Lage ihrer Einschlüsse, kleiner Schreibersittäfelchen, sogenannter Rhabdite, zur Annahme berechtigen, dass das ganze Eisen ein einziges Krystall-individuum bildet. Unser Bild (Fig. 31) zeigt ein solches Eisen, gefunden 1847 zu Chesterville, Süd-carolina, in welchem sowohl die Ebenen, in denen die

kleinen Tüfelchen sitzen, parallel laufen, als auch die Stellung der Rhabdite in den Ebenen gesetzmäßige, sich wiederholende sind.



Fig. 31.

Ein ähnliches Eisen, jedoch der folgenden Classe noch näher stehend, ist das in Fig. 32 abgebildete Eisen von Shingle Springs, California, gefunden 1869.

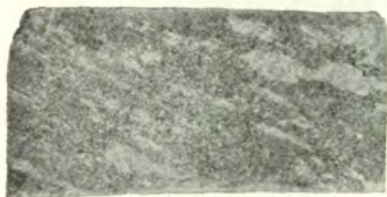


Fig. 32.

Hier sind die zahlreichen Rhabditlamellen nicht mehr in orientirten Ebenen angeordnet, wohl aber ist eine Orientirung in der Längenerstreckung der unregel-

mässig umgränzten, länglichen Aetzflecken zu erkennen.

Die letzte Classe von Meteoreisen besitzt kein durchlaufendes Gefüge, sie werden deshalb dichte Eisen (Ataxite) genannt. Strenge genommen hätten die breccienähnlichen hexaëdrischen Eisen auch hieher gehört; doch sind sie in ihrer constanten chemischen Zusammensetzung von den übrigen Ataxiten so verschieden, während sie den normalen hexaëdrischen Eisen wie Braunau so genau entsprechen, dass es unnatürlich gewesen wäre, sie zu den dichten Eisen zu stellen. Die Classe der Ataxite umfasst neben unzweifelhaft meteorischen Eisen (deren eines im Falle beobachtet wurde) auch Eisen von wahrscheinlich terrestrischer Herkunft, sowie einzelne möglicherweise als Hüttenproducte anzusehende. Ein ganz besonderes Interesse bietet das im Falle beobachtete Eisen von Nedagolla, Ostindien, gefallen 23. Jänner 1870, das in Fig. 33 dargestellt ist. Längs der Brandrinde auf der natürlichen Oberfläche ist eine 2·5—3 mm tief ins Innere reichende Veränderungszone zu bemerken, welche, wie gewöhnlich erst bei der Ätzung sichtbar werdend, eine dunkel schwarzgraue Farbe annimmt, lebhaft gegen die nur hellgrau werdende übrige Masse ab-



Fig. 33.

stechend. Es scheint hier beim Erweichen freier Kohlenstoff ausgeschieden zu werden.

Andere interessante Eisen dieser Gruppe sind das vollkommen dichte, bei der Ätzung sammtartig matt werdende Eisen von Babbs Mill, Green County, Tennessee, gefunden 1842, das 14—19 % Nickel und Kobalt enthält, die möglicherweise tellurischen Eisen von Santa Catarina in Brasilien gefunden 1873 (36 % $Ni + Co$) und Octibbeha County, Mississippi, gefunden vor 1854 in einem prähistorischen Grabhügel (61 bis 63 % $Ni + Co$), während die sicher tellurischen Eisen von Grönland (Ovifac, Sowallik, Baffinsbay u. a.) einen Nickelgehalt von 2—4 % besitzen.
