
SITZUNGSBERICHTE DER
MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHEN KLASSE DER
KÖNIGLICH BAYERISCHEN AKADEMIE DER
WISSENSCHAFTEN ZU MÜNCHEN

JAHRGANG 1878 — BAND 8

IN KOMMISSION BEI G. FRANX

MÜNCHEN 1878
AKADEMISCHE BUCHDRUCKEREI VON F. STRAUB
INTERNET ARCHIVE ONLINE EDITION
NAMENSNNUNG NICHT-KOMMERZIELL WEITERGABE UNTER GLEICHEN
BEDINGUNGEN 4.0 INTERNATIONAL

Inhaltsverzeichnis

1	Sitzung vom 9. Februar 1878 — Herr Gümbel spricht: Über die in Bayern gefundenen Steinmeteoriten	2
1.1	Der Meteorstein von Mauerkirchen	4
1.2	Der Meteorstein von Eichstädt	11
1.3	Der Meteorstein von Massing	17
1.4	Der Meteorstein von Schönenberg	23
1.5	Der Meteorstein von Krähenberg	28

1 Sitzung vom 9. Februar 1878 — Herr Gümbel spricht: Über die in Bayern gefundenen Steinmeteoriten

Einleitung

Unter den auf bayerische Gebiete gefallen und aufgefundenen Steinmeteoriten befinden sich mehrere, deren chemische Zusammensetzung uns nur aus älteren Analysen bekannt ist, während von einem derselben bis jetzt überhaupt noch keine chemische Untersuchung vorgenommen wurde. Da es außerdem ihre den meisten derselben an einer erschöpfenden Untersuchung, Zwie solche neuerdings bei Gesteinsarten mittelst Dünnschliffe und Mikroskop vorgenommen zu werden pflegt, fehlt, so schien es mir interessant genug, diese Arbeit vorzunehmen und die Ergebnisse mit dem früher bekannten zusammenzustellen. Durch die besondere Güte des Herrn Konservators der mineralogischen Staatssammlung Professor Dr. v. Kobell habe ich das hierzu erforderliche Material erhalten und ich benütze gerne die Gelegenheit, für diese so freundliche Unterstützung meiner Untersuchung hier den besten Dank auszudrücken. Einige weitere Bemerkungen, welche an den Schlüssen beigefügt sind, beziehen sich auf andere Meteorsteine, die ich gelegentlich der Vergleichung wegen in den Kreis meiner Beobachtung gezogen habe.

Es wurden im Ganzen nur 5 Steinmeteoriten von denen, welche in Bayern gefallen sind, bekannt. Darunter ist sogar noch ein Fund einbegriffen, welcher nach dem gegenwärtigen Territorialverhältnisse nicht mehr Bayern, sondern Österreich angehört, nämlich jener von Mauerkirchen. Da jedoch zur Zeit des Falls der Ort zu Bayern gehörte, so dürfte es immerhin bis zu einer gewissen Grade gerechtfertigt erscheinen, diesen Stein hier unter den bayerischen aufzuführen.

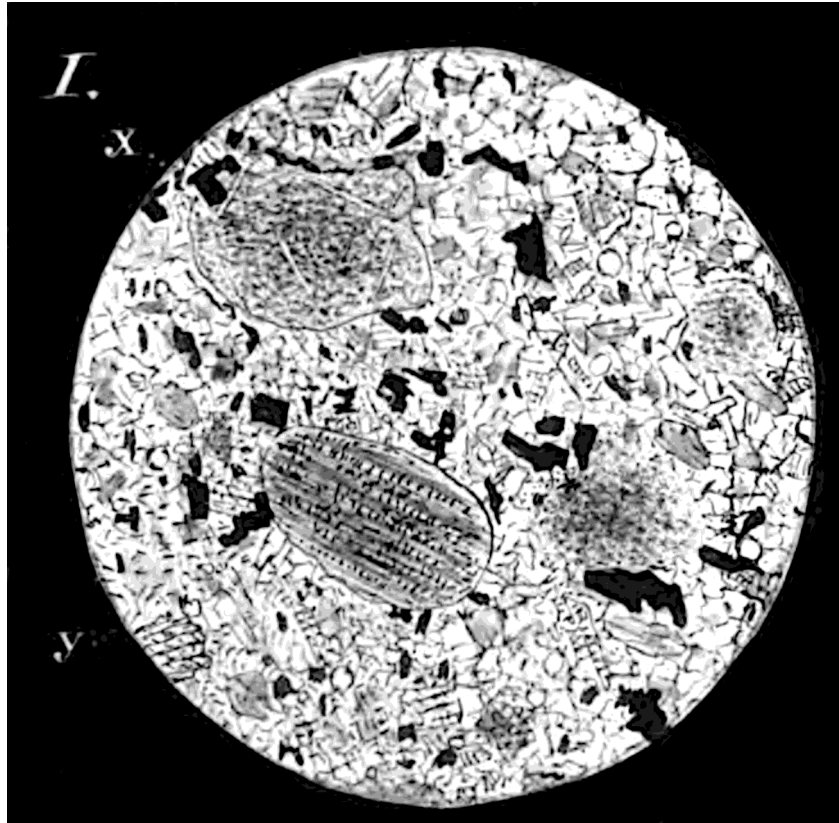
Diese 5 Steinmeteorite sind:

1. Der Stein von Mauerkirchen im jetzt österreichischen Innviertel vom Falle am 20. Nov. 1768 Nach-, mittags 4 Uhr.
2. Der Stein von Eichstädt, welcher im sog. Wittmes 5 Kilom. von der Stadt am 19. Febr. 1785 nach 12 Uhr Mittags gefallen ist.
3. Der Stein von Massing bei Altötting in Südbayern vom Fall am 13. Dezember 1803 zwischen 10-11 Uhr Vormittags.
4. Der Stein von Schönenberg bei Burgau und Schwaben, gefallen am 25. Dez. 1846 Nachmittags 2 Uhr und
5. Der Stein von Krähenberg bei Homburg in der Rheinpfalz vom Fall am 5. Mai 1869 Abends 6 1/2 Uhr.

Vom einem 6. Meteorstein fand ich eine erste Nachricht in Gilbert's Annalen der Physic Bd. XV. S. 317, wo angeführt wird, dass Casp. Schott in s. Physica curiosa l. XI Cap. XIX berichtet: „hac in urbe nostra Herbipolensi osservatur in templo D. Jacobi trans Moenum, in monasterio Scotorum¹ catenulae columna templi suspensus... durissimus est et ad ferream vergit naturam.“ Daraus geht hervor, dass es wahrscheinlich ein Eisenmeteorit war. Ich habe mich, um den Spuren dieses Steines nachzuforschen an Herrn Prof. Sandberger in Würzburg gewendet, der so freundlich war, die gründlichsten Nachforschungen anzustellen. Der Stein ist verschwunden. Der gütigen Mittheilung Sandberger's verdank eiche die weitere Nachricht, welche Schnurrer in s. Seuchengeschichte Bd. II. gibt: „Im Jahre 1103 (oder 1104) fiel in Würzburg ein so großer Meteorstein, dass vier Männer den vierten Theil desselben kaum tragen konnten.“

¹Das Schottenkloster war de 1140 gegründet, 1803 saecul. 1819 wurde ein Teil der Kirche zum Gottesdienst wiederhergerichtet, und zwar der Chor, das Übrige dient als Militärdepot. Ausf. Beschreibung u. Geschichte von Wieland im Archiv des hist. Vereins v. Unterfranken u. Asch. XVI. Bd.

1.1 Der Meteorstein von Maurkirchen



1: Figur 1

Über diesen Fall berichtete zuerst ein kleines Schriftchen: Nachricht und Abhandlung von einem in Bayern unfern Maurkirchen d. 20. Nov. 1768 aus der Luft gefallenen Steine (Straubingen 1769). Aus demselben teilt Chladni in seine chronologischen Verzeichnisse der mit einem Feuermeteor niedergefallenen Stein- und Eisenmassen (Gilberts Ann. d. Phys. 1803 Bd. XV. S. 316) mit, dass an dem genannten Tage Abends nach 4 Uhr bei einem gegen Occident merklich verfinsterten Himmel verschiedene ehrliche Leute zu Maurkirchen, welche darüber eidlich vernommen wurden, ein ungewöhnliches Brausen und gewaltiges Krachen in der Luft gleich einem Donner und Schießen mit Stücken hörten. Unter diesem Luftgetümmel sei ein Stein aus der Luft gefallen und habe nach obrigkeitlichem Augenschein eine Grube 2 1/2 Schuh tief in die Erde gemacht. Der Stein halte nicht gar einen Schuh in die Länge, sei 6 Zoll breit und wiege 38 bayer. Pfunde Er sei von so weicher Materie, dass er sich mit Fingern zerreiben lasse, von Farbe bläulich mit einem weißen Fluss oder Fließerlein vermengt, außerdem mit einer schwarzen Rinde überzogen n. s. w.

Professor Imhof vervollständigte diesen Bericht (Kurpfalzbaier. Wochenblatt. 1804. St. 4) durch folgende Angaben: „Man fand den gefallenen Stein am Tage, nachdem man das Getöse vernommen hatte, in dem sog. Schinperpoint in einem schräg einwärts gehenden 2 1/2 Schuh tiefen Loche.“ Imhof bestimmte das spec. Gewicht zu 3,452 und beschreibt die graulich schwarze 1/4 Linie dicke Rinde als am Stahl funkengebend, ferner als Gemengteile

1. regulinisches Eisen, das in kleinen Körnern und Zacken am meisten mit der äußeren Rinde verwachsen, sehr geschmeidig und zähe ist und einen weißen stark glänzenden Feilenstrich gibt,
2. Schwefelkies,
3. kleine plattgedrückte, eckige Körner, welche sich durch schwarzgraue Farbe, muschlichten Bruch, glänzendes Ansehen und größerer Härte von den ändern unterscheiden,
4. noch andere kleine Körner von weißer und gelblicher Farbe, die durchscheinend und schimmernd sind. Nach seiner Analyse besteht der Meteorstein aus:

Kieselsäure	25,40
Eisenoxyd	40,24
Eisen	2,33
Nickel	1,20
Bittererde	28,75
Schwefel und Verlust	2,08

(Vergl. O. Büchner die Meteoriten in Sammlungen 1863 S. 9.)

Die nähere Untersuchung des Steines ergab mir nun weiter, dass die mattschwarze, fleckenweis etwas Glänzende 0,7—0,3 mm. dicke Kruste wie bei anderen Meteorsteinen nur Schmelzrinde ist, welche ohne scharfe Grenze gegen Innen in die Hauptmasse übergeht, da wo Eisenteilchen an dieselbe grenzen, verstärkt, wo gewisse gelbe Körnchen in derselben liegen, schwächer und an letzteren Stellen glänzender sich zeigt. Häufig sind selbe Mineralteilchen eingeschmolzen und in der Rinde eingeschlossen oder ragen in dieselbe hinein. Die Hauptmasse des Steines ist lichtgrau gefärbt, durch eingestreutes Meteorstein schwarz punktiert und an den meisten dieser schwarzen Stellen in Folge der Oxydation des Eisens fleckig rostfarbig. Zwischen den Fingern lässt sich der Stein ziemlich leicht zerdrücken und macht dem äußeren Anschein nach dem Eindruck eines Trachyttuffs.

Aus der äußerst feinbröcklichen, fast staubartigen Grundmasse heben sich ziemlich zahlreich eingestreute rundliche Mohn- bis Hirsekorn-große und kleinere Körnchen heraus, welche meist etwas dunkelschwärzlich oder gelblich

gefärbt, außen matt, beim Zerschlagen glasglänzend ohne Spaltungsflächen erkennen zu lassen, den Charakter der Chondren besitzen und dem Stein daher den Stempel der Chondriten aufdrücken. Unter dem Mikroskop zeigen diese Körnchen eine verschiedene Beschaffenheit. Die einen sind äußerst fein parallel gestreift, so dass vorwaltend opake, breite Streifchen mit schmalen durchsichtigen oder durchscheinenden, wie quer gegliederten wechseln. I. p. L. erscheinen letztere mit matten feinfleckigen Farben. (y der Zeichnung der beiliegenden Tafel Fig. I. Andere Körnchen sind weißlich, wie aus feinstem Staub zusammengesetzt, opak, nur gegen den Rand zu etwas durchscheinend, zuweilen von feinsten, etwas durchschimmernden, einzelnen unregelmäßig eingestreuten Nadelchen durchzogen (x der Zeichnung). Noch andere Körnchen besitzen eine Art radiale Faserung, die jedoch hier nicht deutlich zum Vorschein kommt. Kleinste, rundliche Teilchen sind wasserhell und erscheinen i. p. L. mit glänzenden bunten Farben.

Neben den Chondren lassen sich in der pulverigen Hauptmasse eingebettet noch zahlreiche meist kleine eckige längliche Splitterchen eines weißen, auf der Spaltflächen deutlich spiegelnden, hier und da undeutlich parallel gestreiften Minerals und mehr rundlich eckige, unregelmäßig rissige, selten parallelstreifende Körnchen von gelblichem oder bräunlichem Farbenton und von glasartigem Glanze unterscheiden. Dazu gesellen sich metallisch glänzende, relativ kleine traubig eckige Klümpchen von Meteoreisen, ferner selten solche von messinggelbem Schwefeleisen und von nicht metallisch glänzenden tief-schwarzen Chromeisenstäbchen. An abgeriebenen Stellen des Steins stehen die härteren Körnchen hervor und lassen den Charakter den Chondriten deutlicher wahrnehmen, als auf dem Querbruche, auf dem man nur bei größerer Aufmerksamkeit die kugeligen Einlagerungen beobachtet. Die feinsten Staubteilchen, welche als das durch eine fortschreitende Zerkleinerung der größeren Splitter entstandene verbindende Material betrachtet werden müssen, sind teils wasserhell, teils opak, durchscheinend, und erweisen sich bis ins Kleinste i. p. L. durch wenn auch matte bunte Farben als doppelt brechende kristallinische Bruchstücke. Von einer glasartigen Zwischenmasse ist nicht eine Spur zu entdecken.

Nach dem Behandeln des fein zerdrückten (nicht zerriebenen) Materials mit Salpetersalzsäure und Kalilösung sind — abgesehen von den metallischen Gemengteilen — die gelblichen Splitterchen (Olivin) verschwunden und der Rückstand besteht nur aus weißen und bräunlichen Stücken, die unter dem Mikroskop sich leicht unterscheiden lassen. Die bräunlichen Fragmente sind stark rissig, selten mit Spuren von dunklen Parallelstreifchen versehen, durchsichtig und i. p. L. lebhaft buntfleckig gefärbt. Es sind zweifelsohne Teilchen eines Minerals aus der Augitgruppe. Die weißen Splitterchen dagegen sind vielfach nur durchscheinend, teilweise durch die Säuren angegriffen und zeigen i. p. L. nur matte fleckige Farbentöne, welche hier und da an eine streifige Anordnung erinnern. Dass diese Splitterchen als Feldspat-artige Gemengteile gedeutet werden müssen, beweist auch die chemische Analyse des Restanteils nach der

Einwirkung der Säuren. Kleinste schwarze Teilchen sind als Chromeisen anzusprechen. Es besteht demnach der Stein aus Olivin, einem Feldspat-artigen, augitischen Mineral, aus Meteor-, Schwefel- und Chromeisen.

Damit stimmt nun auch im Allgemeinen die chemische Analyse, welche von Hrn. Assistent Ad. Schwager unter gleichzeitig kontrollierenden eigenen Untersuchungen durchgeführt wurde. Die Bestimmung des Meteoreisens und Schwefeleisens geschah durch eigene Versuche². Die Analysen ergaben:

Stoffe:	Bauschanalyse 65,45% durch Salzsäure zersetzbarer Anteil	34,55% Restbestandteil	
Kieselsäure	38,14	23,23	61,39
Tonerde	2,51	1,20	5,00
Eisenoxydul	25,70	32,72	17,59
Eisen mit Nickel	6,30	9,65	-, -
Schwefel	2,09	3,20	-, -
Phosphor	0,14	0,22	-, -
Chromoxyd	0,39	-, -	0,84
Kalkerde	2,27	1,51	4,35
Bittererde	21,73	29,13	7,70
Kali	0,48	Sp.	1,40
Natron	1,00	Sp.	2,91
Summe	100,75	100,86	101,18

Es schließt sich demnach der Steinmeteorit von Mauerkirchen der Anfangsreihe der an Kieselsäure ärmsten Chondriten, wie jenen von Seres, Buchhof, Ensisheim und Chateau-Renard an. Es lässt sich daraus der Gehalt berechnen, nämlich an:

Meteoreisen	2,81%
Schwefeleisen	5,72
Chromeisen	0,75
Silikate	90,72

Was die Interpretation der Silikate anbelangt, so haben wir zunächst den durch Salzsäure zersetzbaren Bestandteil ins Auge zu fassen. Hierin ist der relativ geringe Kieselsäuregehalt besonders auffallend. Doch wiederholt sich ein ähnliches Verhältnis« mehrfach wie z. B. bei den Meteorsteinen von Seres, Tjabé (Java 19. Sept. 1869), Khetre (Indien) u. A. Ziehen wir den Gehalt an Meteoreisen und Schwefeleisen ab, so erhalten wir für diesen Bestandteil:

²Es wurde aus dem zerdrückten Pulver durch den Magnet alles Ausziehbare herausgenommen, und diese Meteoreisen haltigen Bestandteile unter Anwendung von Kupfervitriol und Kupferchlorid besonders analysiert.

SiO ₂	26,45
Al ₂ O ₃	1,35
FeO	37,30
CaO	1,70
MgO	33,20

Worin, wenn die Tonerde und Kalkerde als wahrscheinlich zu einem zersetzten Feldspat gerechnet und ein Teil des Eisenoxyduls als noch von Meteoreisen abstammend in Abzug gebracht wird, der durch Säuren zersetzte Bestandteil nicht anders, als zu Olivin gehörig sich auslegen lässt. Dass ein Teil des Eisens oxydiert ist und dadurch der Gehalt an Basen etwas gesteigert erscheint, darauf weisen schon den Rostflecken hin, welche sich manchmal selbst in der Masse ziemlich verbreitet zeigen.

Was das oder die Silikate des Restbestandteils angeht, so gibt der verhältnismäßig hohe Kieselsäure- und Tonerdegehalt, neben den Alkalien wohl der Vermutung Raum, dass neben einem Augit-Mineral auch noch ein feldspattiges vorhanden sei. Gleichwohl aber bleibt auch bei dieser Annahme noch ein starker Überschuss an Kieselsäure, von dem man wohl nicht voraussetzen darf, dass er in Form eines ausgeschiedenen Quarzminerals auftrete, weil bei Untersuchung des Dünnschliffs im reflektierten Lichte keine Spur einer Beimengung von durch den starken Glanz sonst erkennbarem Quarze sich bemerken lässt. Dieses Verhalten ist vorläufig noch unaufgeklärt.

Derselbe Meteorstein ist bereits in neuester Zeit auch noch einer chemischen Analyse von anderer Seite unterworfen worden. Rammelsberg führt (D. chem. Nat. d. Meteoriten Abh. d. Acad. d. Wiss. in Berlin für 1870 S. 148 u. ff.) als das Resultat der von Crook³ ausgeführten Untersuchung an: Zusammensetzung:

3,52%	Meteoreisen
1,92	Schwefeleisen
0,72	Chromeisen
92,68	Silikat

100,00 und zwar: das Silikat bestehend als:

³On the chem. constit. of meteor. stones. Göttingen Dissert. (Mir nicht zugänglich).

Stoffe:	im Ganzen Bauschanalyse	in dem 61% durch Säuren zersetzbar. Anteil.	in dem 39% in Säuren unzer- setzb. Anteil.
Kieselsäure	44,81	32,68	3,94
Tonerde	1,24	9,36	4,17
Eisenoxydul	24,55	28,91	17,71
Bittererde	26,10	37,44	8,20
Kalkerde	2,28	0,61	4,91
Natron	0,26	-, -	0,67
Kali	0,16	-, -	0,40

Diese Resultate weichen so bedeutend von den früher mitgeteilten ab, dass dafür kein anderer Grund gefunden werden kann, als die an sich große Ungleichheit in der Zusammensetzung des Meteorsteins, welche einen umso größeren Einfluss auf die Ergebnisse der Untersuchung zu äußern im Stande ist, mit je kleineren Quantitäten man zu arbeiten gezwungen ist. Die mikroskopische Untersuchung der Dünnschliffe unterstützt direkt diese Annahme, indem sich hierbei die größte Unregelmäßigkeit in der Art der Verteilung der Gemengteile erkennen lässt. Ein größeres Korn von diesem oder jenem Gemengteil in der verwendeten Probe verrückt bei geringen Quantitäten, die man benützt, die Zahlen in beträchtlicher Weise. Es lassen sich beispielsweise zackige Knöllchen von Meteoreisenteilchen aus der Masse herauslösen, deren Größe in keinem Verhältnisse steht zu dem geringen Prozentgehalte des Steins an Meteoreisen im Allgemeinen und Ganzen. Ähnlich verhält es sich mit den eingestreuten härteren Knöllchen und Körnchen.

Besonders verschieden ist die Angabe bezüglich der Zusammensetzung des in Salzsäure zersetzbaren Gemengteils. Doch tritt auch in der Analyse Crook's die relativ geringe Menge von Kieselsäure sehr deutlich hervor. Minder abweichend erweisen sich die Resultate der Analyse des durch Säuren unzersetzten Restes. Gerade dies beweist, dass es nicht in dem Gang der analytischen Arbeit liegt, wie es scheinen könnte, wenn hier der Kieselsäuregehalt ebenso verhältnismäßig hoch, wie bei dem in Säuren zersetzbaren Anteil gering gefunden wurde. Da dieser Rest, wie die mikroskopische Untersuchung desselben lehrt, aus verschiedenen Mineralsubstanzen, namentlich einem weißen und einem braunen Gemengteil besteht, so kann das Sauerstoff-Verhältnis im Ganzen genommen, uns keine besonderen Aufschlüsse verschaffen.

Die wegen der leichten Zerreiblichkeit der Masse schwierig herzustellen den Dünnschliffe, welche nur durch wiederholtes Tränken mit sehr verdünntem Canadabalsam in brauchbarem Zustande gewonnen werden können, geben, wie es das Dünnschliffbild auf der beiliegenden Tafel in Figur I. zeigt, bezüglich der Zusammensetzung des Gesteins und der Verteilung der Gemengteile einige lehrreiche Aufschlüsse. Es stechen besonders die Chondren in ihrer teils staubig krümeligen, teils faserigen Zusammensetzung besonders hervor.

Trotz der geringen Durchsichtigkeit derselben erweisen sie sich i. p. L. betrachtet stets farbig, und zwar nicht bloß die lichterem Streifchen derselben, sondern ihre ganze Masse. Diesen Einmengungen gegenüber sind die übrigen unterscheidbaren, stets unregelmäßig umgrenzten, gelblichen, bräunlichen und weißlichen Splitterchen klein. Sie sind alle von zahllosen Bissen durchzogen, die nur hier und da parallel verlaufen. Kleine Stückchen und Staubteilchen der anscheinend gleichen Mineralien bilden die Grundmasse, in welchen die größeren Trümmer eingestreut liegen. I. p. L. treten bis in die feinsten Teilchen Farbenscheinungen hervor, so dass auch in den Dünnschliffen die Abwesenheit einer glasartigen Bindemasse bestimmt beobachtet werden kann. Bemerkenswert sind zahlreiche kleinste, runde, wasserhelle Körnchen, welche der Grundmasse beigemischt sind. Meteoreisen- und Schwefeleisen-Knöllchen teilen etwa die Größe der Mineralsplitterchen, machen jedoch ihren Umrissen nach nicht den Eindruck der Zertrümmerung, wie letztere und liegen ziemlich gleichmäßig in der Masse zerstreut. Wir sehen also, dass der Meteorstein von Mauerkirchen seiner Struktur nach sich nicht wesentlich von anderen chondritischen Meteorsteinen unterscheidet.

1.2 Der Meteorstein von Eichstädt



2: Figur 2

Über den Fall dieses Steins wird berichtet, dass ein Arbeiter an einer Ziegelhütte im sog. Wittmes, einer waldigen Gegend, etwa 5 Kil. westwärts von Eichstädt am 19. Feb. 1785 Nachmittags zwischen 12 und 1 Uhr nach einem donnerähnlichen Getöse einen großen schwarzen Stein auf den mit Schnee bedeckten Erdboden, auf dem Ziegelsteine umher lagen, fallen sah. Als er zur Stelle lief, fand er den Stein, welcher einen Ziegelstein zertrümmert hatte, eine Hand tief im Boden und so heiß, dass er ihn erst mit Schnee abkühlen musste, um ihn an sich nehmen zu können. Der Stein hatte etwa ein Fuß im Durchmesser und wog beiläufig 3 Kilogramm. Schafhäütl (Gelehrt. Anzeige d. Ac. d. Wiss. in München 1847 S. 559.) beschreibt denselben wie folgt: „Seine Struktur ist ziemlich grobkörnig, die Körner sind rundlicher, als dies bei allen übrigen Aerolithen der Fall ist; ja es finden sich sogar vollkommen elliptische, wie abgeschliffen aussehende Körnchen von graulicher Farbe und dichtem ziemlich mattem ebenem Bruche darin, ohne bemerkbares kristallinisches

Gefüge. Neben diesen liegen grünliche olivinartige Körner von glasig muscheligen Bruche. Schwefeleisen, Nickeleisen und Magneteisen sind zwischen diesen Körnern eingesprengt, so dass er unter allen Meteorsteinen unserer Sammlung (Münchner Staats-S.) am stärksten auf die Magnetnadel wirkt.“

Das spez. Gewicht⁴ wird angegeben:

von Schreibers zu 3,700

von Rumler zu 3,599

Klaproth hat diesen Stein analysiert und gibt (Gilberts Ann. XIII. 338) als seine Bestandteile an:

Gediegen Eisen	19,00
Nickelmetall	1,50
Braunes Eisenoxyd	16,50
Bittersalzerde	21,50
Kieselerde	37,00
Verlust (mit Schwefel)	4,50

Das in der Münchener Staatssammlung verwahrte Stück zeigt eine schwarze mattglänzende, runzelige Rinde und eine weißlich graue, grobkörnig chondritische, durch zahlreiche Rostflecken hier und da gelblich getüpfelte, leicht zerreibliche Hauptmasse, aus welcher sich die oft sehr großen Chondren leicht heraus lösen lassen. Es finden sich solche bis über 3 mm. im Durchmesser groß, sie sind sehr hart, auf der Oberfläche matt, erdbeerenartig höckerig und grubig in einer Weise, dass die angeschlossenen Mineralsplitterchen der Hauptmasse wie an die Oberfläche gekittet erscheinen. An vielen Stellen der Oberfläche bemerkt man zudem kleinen spiegelnde Streifchen, wodurch dieselben gleichsam facettiert erscheinen. Auch kommen damit fest verwachsene Meteoreisenteilchen vor, welche zuweilen selbst in die Oberfläche versenkt sind. Niemals zeigt sich eine Glättung der Oberfläche, wie sie Vorkommen müsste, wenn die Kügelchen durch Reibung und Abrollung entstanden wären. Vielmehr gleichen sie der äußeren Beschaffenheit nach den in den Schlacken vorkommenden Roheisensteinkügelchen. Zerschlägt man sie, so zeigen sie auf der flachmuscheligen Bruchfläche, einen matten Glasglanz, schwärzlichgraue Farbe und bei weit Zertrümmerung unter dem Mikroskop erweisen sie sich nicht als eine homogene, sondern zusammengesetzte Masse. Man kann deutlich einen glas hellen mit zahl- i reichen Bläschen erfüllten, i. p. L. ungemein buntfarbigen Bestandteil neben einer nur durchscheinend trüben, wie aus kleinsten Staubteilchen zusammengesetzten, aber i. p. L. doch deutlich farbigen, zuweilen feinstreifigen Hauptmasse und einzelnen durchscheinenden intensiv gelbbraunen, i. p. L. unverändert gefärbten Streifchen unterscheiden. In Dünnschliffen sieht man ihre Struktur noch viel deutlicher, obwohl sie hier in einer an sich sehr

⁴Vergl. Moll's Annal, d. Berg- u. Hüttenk. Bd. III. S. 251.

dunkelgefärbten Hauptmasse liegen und schwierig gut durchsichtig zu erhalten sind. Indem nämlich ziemlich viel Meteoreisen als Gemengteil auftritt, dass größtenteils bereits etwas zersetzt und mit einem Höfchen von gelbbrauner Farbe umgeben ist, leidet auch die Klarheit derjenigen Mineralteilchen, welche sonst durch ihre Durchsichtigkeit sich auszeichnen. Die gelbe Farbe rührt von Eisenoxydhydrat her, welches durch die Einwirkung der feuchten Luft unserer Atmosphäre auf das Meteoreisen erst nachträglich während der Zeit sich gebildet hat, in welcher der Stein in der Erde oder in unseren Sammlungen gelegen hat. Dieses Eisenoxydhydrat dringt in die feinsten Risschen und Sprünge oder Zwischenräume ein, kann aber leicht durch Säuren entfernt werden. Neben dem Meteoreisen beteiligen sich unregelmäßig eingesprengte, selten von parallelen Linien eingeschlossene Mineralsplitterchen an dem Haufwerk, aus dem der Meteorstein besteht. Bald sind es wasserhelle, wenig rissige Trümmerchen, bald solche, welche durch ein einfaches System parallelen Linien gestreift oder von unten schiefen Winkeln sich schneidenden Rissen zerklüftet sind, etwa wie es bei dem Augit vorzukommen pflegt, oder aber durch eine dem Zellnetz gewisser Moosblättchen ähnliche, merkwürdig langgezogene und quergegliederte Maschenstruktur (d) sich auszeichnen. Zuweilen stoßen in einem Trümmerstück mehrere Systeme solcher paralleler Streifchen zusammen. Zwischen diesen größeren Fragmenten liegen kleinere ganz von derselben Beschaffenheit, wie die größeren angehäuft. I. p. L. erscheinen alle Teilchen, welche nur überhaupt durchsichtig sind, in bunten Farben, welche selbst innerhalb der einzelnen Splitter aggregatartig verteilt sind und selten streifig oder bandartig parallel verlaufen. Endlich sind als ungemein häufige Bestandteile die kugeligen Einschlüsse zu nennen, die schon erwähnt worden sind. Aus den mannichfachen Formen, welche dieselben besitzen, heben wir nur einige der am häufigsten vorkommenden hervor. Ziemlich zahlreich sind die Chondren mit exzentrisch strahlig faserigem Gefüge (a), welches in der Regel von einer nahe am Rande liegenden mehr körnigen Partie ausgeht und in einem vielfach abgesetzten, gleichfalls maschenartigen und quergegliederten Strahlenbüschel ausläuft. Diese Struktur stimmt so sehr mit jener schon geschilderten überein, welchen wir auf ändern regelmäßig umgrenzten Splitterchen begegnen, dass wir letztere wohl als Abkömmlinge zerbrochener größerer Chondren ansehen müssen. Andere der letzteren sind von verschiedenen Systemen sich unter spitzen und stumpfen Winkeln schneidender dunkler Streifchen beherrscht (b), eine Struktur, die sich als der Anfang einer kristallinen periodenweis gestörten Ausbildung betrachten lässt. In noch anderen Chondren kommt eine staubartig trübe, schwach durchscheinende Substanz vor, in welcher häufig sehr zahlreiche dicht gedrängte, hellere, gruppenweis nach verschiedenen Richtungen verlaufende Streifchen (c) sich bemerkbar machen. Endlich treten nicht selten Kügelchen auf, welche aus größeren, helleren, durch dunkle Zwischenstreifchen voneinander getrennten Körnchen (e) gleichsam zusammengebacken erscheinen. Aus allem dem geht zur Genüge hervor, dass wir in dem Stein von Eichstädt einem Chondriten der ausgezeichnetsten Art vor uns haben. Derselbe kann geradezu

als Typus dieser Art der Struktur, welche bei den Meteorsteinen als der vorherrschende bekannt ist, gelten.

Was seine Zusammensetzung anbelangt, so hat die Analyse (Ass. A. Schwager) ergeben, dass der Stein besteht aus:

- 22,98 Meteoreisen,
- 3,82 Schwefeleisen,
- 32,44 in Salzsäure zersetzbaren,
- 40,76 in Salzsäure nicht zersetzbaren Mineralien.

Die Zusammensetzung ist im Ganzen A, dann

B in den durch CI H zersetzbaren Silicaten

C in dem durch CI H nicht zersetzbaren Bestandteil:

	A	B	C
Kieselerde	33,31	34,45	55,53
Tonerde	2,31	0,86	5,13
Eisenoxydul	15,34	24,52	16,66
Eisen (mit Phosphor)	24,64	-, -	-, -
Nickel	0,94	-, -	-, -
Kalkerde	0,74	0,68	1,13
Schwefel	1,42	-, -	-, -
Chromoxyd	0,15	-, -	0,73
Bittererde	18,86	37,31	19,34
Kali	0,40	0,68	0,56
Natron	1,04	1,31	1,62
	99,15	99,81	100,70

Der Gehalt der durch Salzsäure zersetzbaren Gemengteile an Alkalien weist außer Olivin noch auf einen Feldspat hin. Wir haben aber darin:

SiO ₂	34,45 mit 18,37 O
Al ₂ O ₃	0,86 mit 0,40
FeO	24,52 mit 5,45
MgO	37,31 mit 14,90
CaO	0,68 mit 0,19
Ka ₂ O	0,68 mit 0,11
Na ₂ O	1,31 mit 0,34

Daraus er sieht man, dass, wenn wir ein Singulosilikat ausscheiden, die vorhandene Sauerstoffmenge noch nicht einmal vollständig ausreicht, den Bedarf ganz zu decken, dass mithin die Analyse uns keinen Aufschluss über die Natur des etwa noch außer Olivin vorhandenen Silikats weitergibt.

In dem von Säuren nicht zersetzbaren Best endlich stellen sich die Verhältnisse folgender Maassen:

Kieselerde	55,53	mit 29,62 O = 22,6 + 7
Eisenoxydul	16,66	mit 3,70 O = 3,58 + 0,12
Bittererde	19,34	mit 7,73 O
Chromoxyd	0,73	mit 0,23 O
Tonerde	5,13	mit 2,39 O = 2,33 + 0,06
Kalkerde	1,13	mit 0,32 O
Kali	0,56	mit 0,10 O
Natron	1,62	mit 0,42 O

Daraus berechnet sich ein Bisilikat, Chromeisen (von der Zusammensetzung des von L'Aigle) und ein Andesin-artiger Feldspat ungefähr in dem Verhältnis wie 79:1:21.

Im Ganzen besteht also der Eichstädter Meteorstein ungefähr aus:

Meteoreisen	22,98
Schwefeleisen	3,82
Chromeisen	0,40
Olivin	31,00
Mineral der Augitgruppe	31,90
Andesin-artiger Feldspat	8,46
Feldspatartiges Mineral	1,54

Das häufige Vorkommen und die relative Größe der Chondren luden zu einer besonderen Analyse dieser Kügelchen ein. Um sicher zu sein, mit einem von anhaftenden kleinsten Mineralsplitterchen freien Material zu verarbeiten, wurden die Chondren so lange auf einer mattgeschliffenen Glasplatte hin- und hergerieben, bis ihre Oberfläche völlig glatt und glänzend geworden war. Leider war die so mir zur Verfügung stehende Menge eine nur sehr geringe (0,12 Gr.) und es kann daher an die Analyse der Anspruch grösser Genauigkeit nicht gemacht werden. Durch Vorversuche war bereits festgestellt worden, dass auch die Substanz der Chondren sich teilt in eine von Salzsäure zersetzbare und in eine unzersetzbare Masse. Die erstere enthält noch Schwefeleisen, welches, wie die Untersuchung an Dünnschliffen lehrt, in kleinen Körnchen fest mit den Kügelchen verwachsen und in dieselbe gleichsam eingesenkt vorkommt.

Ich fand die Zusammensetzung:

Schwefeleisen 1,53

I. In Salzsäure zersetzbar 53,05

II. In Salzsäure unzersetzbar 45,42

Als Zusammensetzung der Silikate I und II ergab sich ferner

	I	II
Kieselsäure	26,26 mit 14,22 O	53,21 mit 28,38 O
Eisenoxydul	30,09 mit 6,67 O	14,86 mit 3,30 O
Bittererde	31,53 mit 12,60 O	26,42 mit 10,56 O
Tonerde	2,70 mit 1,26 O	-, -
Kalkerde	1,00 mit 0,29 O	3,67 mit 1,05 O
Alkalien	8,00 mit 1,70 O	-, -
	99,98	98,16

Es ist zunächst hervorzuheben, dass, wie auch schon von anderer Seite bemerkt wurde, die Zusammensetzung der Chondren nahezu die nämliche ist, wie die der ganzen Masse und sich durch die Behandlung mit Säuren in zwei ähnliche Teile scheiden lässt.

Der in Salzsäure zerlegbare Teil, abgesehen von Resten eines Gehaltes an Meteoreisen und Schwefeleisen, schließt sich am engsten an Olivin an. Aber es mangelt auch hier, wie in zahlreichen Fällen bei analysierten Chondriten an Kieselsäure. Ich möchte vermuten, dass dies hier von einem Überschuss an Eisenoxydul herrührt, das, anstatt von zersetztem Olivin, von fein beigemengtem Meteoreisen abstammt. Tonerde, Kalkerde und Alkalien weisen auf eine Beimengung feldspatartiger Teilchen, wie bei der Hauptmasse der Chondrite hin. Doch bietet die Interpretation dieses Teils immerhin Schwierigkeiten, die bis jetzt noch nicht beseitigt sind.

Der in Salzsäure unzersetzte Rest fügt sich viel besser in das Maaß eines Bisilikates; wenn es auch hierbei um etwas wenig an Kieselsäure fehlt, so kann dies wohl bei der geringen, zur Analyse verwendete Menge als Folge des Verlustes bei der Analyse selbst angesehen werden.

1.3 Der Meteorstein von Massing



3: Figur 3

Über die näheren Umstände des Falls dieses Meteoriten teilt Prof. Imhof (Kurpfalzbaier. Wochenblatt 1804 St. 3 u. f.)⁵ mit:

„Nach den gerichtlichen Anzeigen an die kurf. Landesdirektion hörten mehrere der Landleute, die um den Marktflecken Mässing(Massing) Ldger. Eggenfelden wohnen, am 13. Dez. 1803 Vormittag zwischen 10 und 11 Uhr neun bis zehn Mal einen Knall, wie Kanonenschüsse. Ein Bauer zu St Nicolas, der bei diesem Getöse aus seinem Hofe trat und in die Höhe sah, erblickte etwas, das sehr hoch unter beständigem Sausen in der Luft daherkam und endlich auf das Dach seiner Wagenhütte fiel, etliche Schindeln zerschlug und in dieselbe eindrang. Er ging auf die Hütte zu und fand in ihr einen Stein, der nach Pulver roch, ganz schwarz und so heiß war, als ein Stein zu sein pflegt, der auf einem Ofen lag. Er sagte, er habe das vermeintliche Schießen von

⁵Gilberts Ann. d. Phys. XVIII. 330.

Alten-Oetting (d. h. von Osten) hergehört, der Stein sei aber über Heiligenstadt (d. h. von Westen) gekommen. Der Stein wog über 1 1/2 Kilogramm, hat ein spec. Gew. von 3,365, eine dunkelschwarze, etwas dickere Binde, als der Mauerkirchner und ist im Bruche viel grobkörniger. Als Gemengteile enthält er nach Imhof:

1. regulinisches Eisen, das wie dünne Eisenfeile sichtbar eingewachsen und glänzend erscheint,
2. Schwefelkies, der unter der Loupe kristallisiert erscheint und gerieben ein schwarzes Pulver gibt,
3. größere und kleinere plattgedrückte, eckige Massen, einige von dunkelbrauner, andere von schwarzer Farbe, die sich durch ein schimmerndes Ansehen und größere Härte von jenen unterscheiden,
4. hier und da bemerkt man noch kubische Körnchen und Blättchen von gelblicher Farbe durchscheinend und mit Glasglanz, wie Quarz aussehend, die jedoch nicht die Härte des Quarzes haben,
5. auch sind weiße Körner von unregelmäßiger Form eingesprengt, von denen einige über 3 Linien dick sind,
6. unter dem Mikroskop sieht man auch ein weißgraues, ins Gelbe spielendes Metall, das die Magneten folgsam und wahrscheinlich metallisches Nickel ist.

Nach der Analyse dieses Forschers besteht der Stein in 100 Teilen, aus:

regulinischem Eisen	1,80
regulinischem Nickel	1,35
braunem Eisenoxyd	32,54
Magnesia	23,25
Kieselerde	31,00
Verlust an Schwefel u. Nickel	10,06

Ammler gibt (O. Büchner a. a. O. S. 17) das spec. Gewicht zu 3,3636 an.

Prof. v. Schafhäütl beschreibt (a. a. O. S. 558) diesen Stein „vom Aussehen des Bimssteinporphyrs, in dem die einzelnen Silikate in so großen Aggregaten auftreten, dass man sie leicht mit freiem Auge unterscheiden könne. Das Gestein bestehe aus milchweißen Körnern von blättrig strahliger Struktur, aus olivinartigen körnigen Massen von Erbsengröße, und aus z. Th. matten basaltartigen Fragmenten, die jedoch öfter auf den augitartigen Blätterdurchgängen auch glasglänzend erscheinen. Sparsam finden sich rissiges irisirendes Schwefeleisen eingesprengt und kleine Körnchen von Chromeisen. Der Stein wirkt

nicht auf die Magnetnadel. Vor dem Löthrohr sei er ziemlich leicht schmelzbar und ebenso mit einer glasig glänzenden Rinde überzogen, wie der Aerolith von Stannern.“

Nach meinen Beobachtungen besitzt der Stein eine braunschwarze glasglänzende Rinde und besteht in seiner graulich weißen, ziemlich leicht zerreiblichen Masse aus:

1. einem gelblich grünen bis hellgrünen, etwas parallelrissigen, in rundlich und unregelmäßigen Körnchen (wie in Krystallform) vorkommenden, ziemlich großen, 1—1 1/2 mm. im Durchmesser breiten, nur sporadisch erscheinenden Gemengteil, der durch Säuren leicht zersetzt wird und als Olivin gelten muss.
2. aus einem weißen, oft glasartig durchsichtigen oder staubig trüben, nur durchscheinenden, stark rissigen, selten parallelstreifigen, zuweilen mit deutlichen Spaltflächen versehenen Mineral, das i. p. L. lebhaft ein- oder fleckig vielfarbig erscheint und von Säuren gleichfalls zersetzt wird, einem Feldspat entsprechend,
3. aus einem weingelben bis graugr nlichen, oder blass rötlich braunem, glasartig mattgl nzendem Mineral, 1,5 bis 2 mm. groß, i. p. L. lebhaft gefärbt, aber nicht dichroitisch, etwas l ngsfaserig (aber undeutlich, gestreift) und mit zahlreichen kleinen Bläschen erfüllt. Dieser Bestandteil wird von Säuren nicht zersetzt und gehört der Augitgruppe an.
4. aus schwarzem, starkgl nzendem, in Säuren nicht zersetzbarem, in der Phosphorsalzperle ein prächtig grünes Glas lieferndem Chromeisen,
5. endlich aus z. Th. von den Magneten gezogenen, dunklen, metallischen Körnchen, die meist dem Schwefeleisen, im Minimum dem Meteoreisen zuzuteilen sind.

Diese sämtlichen größeren, vorwaltend rundlich unregelmäßig eckigen, (nicht länglich spießförmigen) Teilchen liegen in einer feinstaubartig körnigen, grauen Grundmasse, welche aus denselben nur kleinen und kleinsten Splitterchen, wie sie eben angeführt wurden, zu bestehen scheint. Auch hier ist eine glasartige Bindemasse nicht zu erkennen.

Die Analyse A. Schwager's ergab:

Stoffe:	Bauschanalyse	21,33% in Salzsäure zersetzbar	78,67% in Salzsäure nicht zersetzbar
Kieselsäure	52,115	39,59	56,71
Tonerde	8,204	29,51	2,54
Eisenoxydul	19,138	2,83	23,46
Eisen	0,523	2,49	-, -
Nickel	Spuren	Spuren	-, -
Chromoxyd	0,979	-, -	1,24
Kalkerde	5,786	15,70	3,15
Bittererde	8,485	3,33	10,74
Kali	1,188	4,78	0,85
Natron	1,928	4,78	1,17
Schwefel	0,374	1,78	-, -
	99,720	100,06	99,86

Der durch Salzsäure zersetzbare Anteil zu 21,33% lässt sich nach dem Gehalt an Schwefel, Bittererde und Tonerde berechnet ansehen als ungefähr zusammengesetzt aus:

10% Olivin (Hyalosiderit)

86% Anorthit mit großem Alkaligehalte

4% Schwefeleisen und Meteoreisen

In abgerundeten Zahlen bestände der Feldspat A und der Olivin B aus:

	A	B
Kieselerde	42	37,25
Tonerde	34	-, -
Eisenoxydul	-, -	29,75
Kalkerde	18	-, -
Bittererde	-, -	33,00
Alkalien	6	-, -

Was den Rest des durch Säuren nicht zersetzbaren Anteils zu 78,67% anbelangt, so muss man hierin noch einen kleinen Anteil Feldspat neben Chromeisen und Augit annehmen, etwa:

2,5% Chromeisen

13,5% feldspatartige Substanz (A)

84,0% Augitmineral (B).

Beiden letzteren (A und B) würde eine Zusammensetzung zu kommen, wie folgt:

	A	B
Kieselerde	66	86
Tonerde	19	-, -
Eisenoxydul	-, -	36
Kalkerde	-, -	4
Bittererde	-, -	14
Alkalien	15	-, -

Berücksichtigt man ferner das Verhältnis des in Salzsäure zersetzbaren und nicht zersetzbaren Anteils im Verhältnis von 21,33 zu 78,67 so können wir nach der oben angeführten Deutung den Meteorstein ungefähr zusammengesetzt uns vorstellen, aus:

Olivin	2,00
Schwefeleisen	0,75
Meteoreisen	0,25
Chromeisen	2,00
Anorthit	18,00
2te feldspatige S.	11,00
Augitmineral	66,00

Es wurde bisher der Stein von Massing dem von Luotolaks an die Seite gestellt und Rammelsberg (d. chem. N. d. Meteor. S. 136) zählt ihn zu den Howarditen (Olivin- Augit- Anorthitmeteorstein).

Ich glaube, dass er mehr Analogien mit der Gruppe der Eukrite besitzt, da der Olivin sehr spärlich vorhanden ist.

Wir wollen nun zunächst sehen, wie mit dieser Auffassung die optische Untersuchung der Dünnschliffe passt, wie das Bild Figur III. einen solchen darstellt. Man bemerkt zunächst große, unregelmäßig eckige — nicht wie bei den typischen Chondriten abgerundete Körnchen und eine ziemlich gleichmäßige, feine Hauptmasse mit einzelnen im auffallenden Lichte metallisch glänzenden, stahlgrauen und messinggelben Putzen. Sehen wir zunächst ab von den großen, unregelmäßigen, gleichsam abnormen Beimengungen, so treten uns in der Grundmasse vor Allem größere Gruppen eines grünlich gelben, dann eines schwach weingelben, eines blassrötlich braunen und weißen Minerals entgegen, welche wir als die Hauptgemengteile anzusehen berechtigt sind. Die wenigen grünlich gelben Teilchen (a) sind unregelmäßig rissig, glänzen i. p. L. mit den lebhaftesten Aggregatfarben und werden durch Säuren zersetzt — Olivin. Nach dem ersten Anschein möchte man auch die weit zahlreicheren Putzen des schwach weingelben, jedoch mehr parallel rissigen Minerals (b) für Olivin halten. Allein in den mit kochenden Säuren anhaltend behandelten Pulvern erscheinen sie unzersetzt und können mithin nicht zum Olivin gehören. Auch bemerkt man in den Dünnschliffen eine Art Parallelstreifung, wie sie dem

Olivin nicht zukommt, aber an Enstatit erinnert. Daneben liegen zahlreiche, oft nur durchscheinende, doch auch gut durchsichtige, an den Rändern rötlich braun gefärbte, nicht dichroitische Teilchen (c), die allem Verhalten nach Augit zu sein scheinen. Ich glaube demnach annehmen zu sollen, dass zwei Mineralien der Augitgruppe hier vertreten sind, nämlich Enstatit und Augit. Die glashellen oder staubartig weißen Teilchen (d) sind teils durch Säuren zersetzbar, teils erscheinen sie aber auch noch in dem durch Säuren behandelten Pulver mehr oder weniger unberührt. Dies deutet gleichfalls auf die Anwesenheit von zweierlei Feldspaten, von welchen der eine wohl in dem Dünnschliffe Spuren von Parallelstreifen i. p. L. erkennen lässt. Dass — entgegen der Angabe Schafhäutl's — wirklich Meteoreisen, wenn auch spärlich beigemischt ist (e), habe ich in die Dünnschliffe, in dem zwei deutliche Körnchen Vorkommen, dadurch festgestellt, dass ich auf die stahlgrau glänzenden Flächen Kupfervitriollösung brachte, wobei sich sofort die Ausscheidung metallischen Kupfers beobachten lässt.

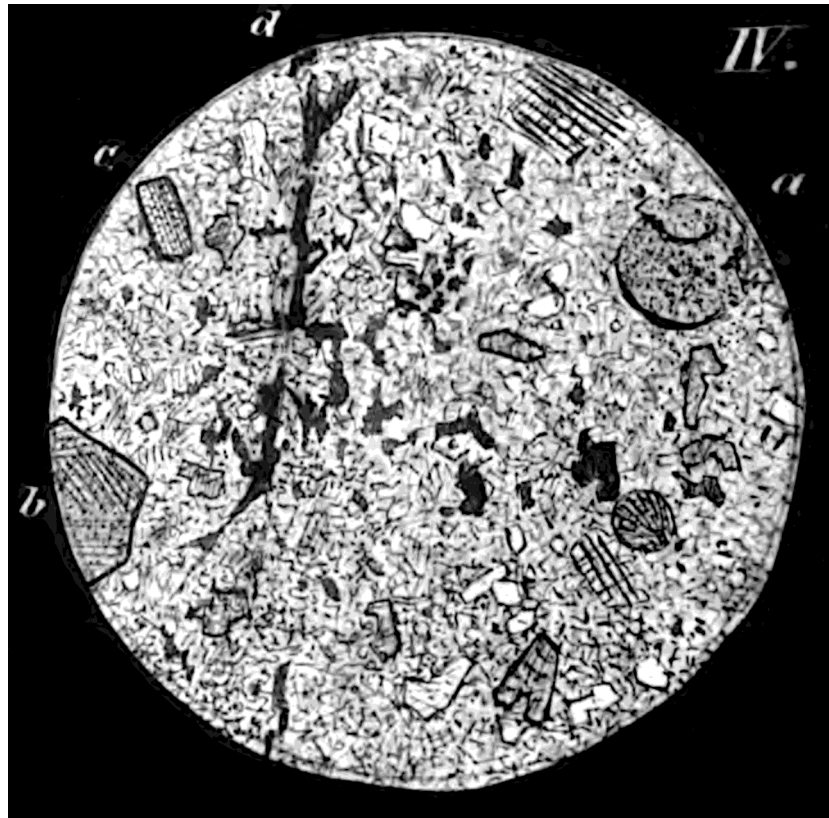
Schwieriger zu erklären ist die Natur der großen Einsprenglinge, zu denen im Dünnschliff die Parthien x und y gehören. Der größere x ist parallelstreifig und querrissig, dunkelolivengrün bis rötlich braun, wenig durchsichtig, i. p. L. farbig. Er möchte als ein etwas veränderten Augitfragment zu betrachten sein. Das zweite Fragment y ist gelblich, sehr feinkörnig, fast dicht, schwach durchscheinend und mit feinsten schwarzen Staubteilchen durchsprengt. Es gleicht am ehesten die Bruchstücke eines Chondrit-körnchens. Dergleichen Einschlüsse mögen noch von sehr verschiedener Beschaffenheit in der Grundmasse eingebettet sein. Obwohl eine deutliche Chondritenstruktur nicht vorhanden ist, verhalten sich doch diese Einschlüsse und die als Grundmasse auftretenden Mineralien so ähnlich den Bestandteilen der Chondrite, dass auch dem Meteorstein von Massing eine ganz analoge Entstehung, wie die der letzteren, zugesprochen werden muss.

Der namhafte Gehalt dieses Steins an Chromeisen gab Veranlassung, dessen Zusammensetzung näher zu erforschen, da, soviel ich weiß, dass Chromeisen der Meteorsteine isoliert bis jetzt noch nicht einer Analyse unterworfen worden ist. Es schien sich hierzu das Chromeisen im Meteorstein von L'Aigle, indem es in größeren Körnchen vorkommt, gut zu eignen. Dasselbe lässt sich daraus sehr leicht und vollständig rein herausuchen. Die Analyse dieses Chromeisens ergab:

Chromoxyd	52,13
Eisenoxydul	37,68
Tonerde	10,25
	100,06

also nahezu die Zusammensetzung des Chromeisens von Baltimore (Maryland), ein Beweis mehr für die Gleichartigkeit der Bildung kosmischer und tellurischer Mineralien.

1.4 Der Meteorstein von Schönenberg



4: Figur 4

Einen sehr ausführlichen Bericht über den Fall dieses Meteorsteins gibt Prof. v. Schafhäütl (a. a. O. S. 564). Daraus ist zu entnehmen, dass zur Zeit des Falls am 25. Dez. 1846 nach 2 Uhr Nachmittags auf einen Umkreis von etwa 60 Kilometer ein Donner-ähnliches Geräusch gehört wurde. In der nächsten Nähe des Ortes, wo der Stein niederfiel, verglich man das Geräusche mit fernem Kanonendonner, der nach mehr als 20maliger Wiederholung gleichsam in ein Trommeln überging und nach etwa 3 Minuten mit einem fernem Trompetenklängen ähnlichen Sausen endete. Im Dorfe Schönenberg traten mehrere Leute bei diesem Geräusche aus der Kirche, in der gerade Nachmittagsgottesdienst stattfand, wieder heraus und sahen nun eine fest faustgroße Kugel von N.-O.zuletzt nach S.-O. sich wendend in ein Krautfeld in der Nähe des Dorfes niederfallen. Zahlreiche Bewohner des Dorfs eilten zur Stelle und es fand sich etwa 2 Fuß tief in dem etwas gefrorenen Lehm Boden eingedrungen ein schwarzer Stein. Man glaubte noch Schwefelgeruch zu spüren. Dabei zeigte der vordem bedeckte Himmel plötzlich zuerst in der Richtung des Meteorfalls

einen lichten Streif und hellte sich dann gänzlich auf.

Die Form des ringsum von einer dunkelbraunen rauhen Sinterrinde überzogenen Steins beschreibt v. Schafhäütl als eine sehr unregelmäßige in den Hauptumrissen vierseitige Pyramide mit einer Zuschärfung, die in der Richtung des längsten Durchmessers der Basis läuft und sich nach der hintern Seite der Pyramide senkt. Da die Rinde auch in kleinen Einschnitten sich vorfindet, glaubt er annehmen zu sollen, dass der Stein in einem erweichten Zustande auf die Erde kam. Merkwürdiger Weise ziehen 7 Streifen von Nickeleisen schnurartig über den Stein, durchkreuzt von einem 8ten, der eine fast rechteckige Richtung zu den anderen nimmt. Zwei Seiten sind eben und ohne Eindrücke, im Übrigen aber ist die Oberfläche unregelmäßig vertieft, wie das Bruchstück eines Steins, der durch eine äußere Gewalt zerschlagen ist. Der Stein wog 8 Kilogr. 15 Gr. und ist so weich, dass er sich mit den Fingern zerbröckeln lässt. Er wirkt auf die Magnetnadel und Salzsäure entwickelt unter Gallertbildung Schwefelwasserstoff. Die Masse besteht aus weißen, feinkörnigen Teilchen, welche von Säure am meisten angegriffen wurden, dann aus honiggelben und grünlichen, körnigen Aggregaten, auf welche die Säure weniger Wirkung ausübt, ferner aus einzelnen kleinen Körnchen von Schwefeleisen, silberglänzenden, gefranzten Blättchen von Nickeleisen, in der Masse zerstreut und zugleich die oben erwähnten Schnüre bildend. Von Augit, Labrador u. dgl. sei Nichts in dem Aerolithen zu entdecken, v. Schafhäütl scheint nicht der Ansicht von Berzelius zuzustimmen, dass der durch Salzsäure zersetzte Gemengtheil Olivin sei. Denn die olivinartigen Körner seien gerade die unauflöslichsten und die weißen Mineraltheilchen die zersetzbaren nach Art der Zeolithe oder gleich dem geglühten Epidot, Vesuvian u. s. w. Er fügt dann noch einen Erklärungsversuch der Entstehung der Meteorite als das Resultat einer Verdichtung aus einer Wolken-artigen Masse in der Nähe unseres Erdkreises hinzu.

Die Schmelzrinde ist nach meiner Wahrnehmung matt schimmernd, schwarz, stellenweis, wo Eisenteilchen in der Nähe vorhanden waren, ziemlich dick (bis 1/2 mm.) Die lichtgrau weiße, feinkörnige, spärlich schwarz punktierte, stellenweise rostfleckige Hauptmasse besteht, soweit sich dies vorläufig erkennen lässt, aus:

1. größeren, grünlich gelben Teilchen, welche durch Salzsäure zersetzbar, eine viel Eisenoxydul und Bittererde haltige Lösung geben — also olivinartig,
2. weißen splittrigen Teilchen, gleichfalls durch Säure zerlegbar,
3. grünlich grauen, mattglänzenden, unregelmäßigen Körnchen, welche rissig sind und von Säuren nicht zersetzt werden,
4. aus verschiedenen Eisenverbindungen, die sich durch den metallischen Glanz bemerkbar machen und vielfach von einem gelben, rostfarbigen

Hofe umgeben sind, als Folge der eingetretenen Zersetzung des Meteorisens. Der Gehalt an diesem wurde durch besondere Versuche festgestellt. Im Übrigen ergab die Analyse:

Stoffe:	Bauschanalyse	55,18% durch Salzsäure zersetzbar	44,82% durch Salzsäure nicht zersetzbar
Kieselsäure	40,13	24,47	57,85
Tonerde	5,57	9,45	6,75
Eisen	13,77	30,56	-, -
Nickel	1,47	1,48	1,44
Schwefel	1,93	3,52	-, -
Phosphor	0,36	0,33	0,27
Chromoxyd	0,60	-, -	1,35
Eisenoxydul	17,12	10,41	15,37
Kalkerde	2,31	3,72	0,56
Bittererde	13,81	11,55	16,63
Kali	0,73	1,33	Spuren
Natron	2,20	3,18	1,02
	100,00	100,00	101,24

Aus diesen Angaben lässt sich berechnen, dass der in Salzsäure zersetzbare Anteil besteht aus:

Schwefeleisen	9,64
Meteoreisen	26,25
Olivin	34,78
Feldspat-Mineral	29,33

Für den Olivinbestandteil ist in Rechnung zu setzen:

SiO ₂	12,82	37
FeO	10,41	30
MgO	11,55	33
	34,78	100

entsprechend der Zusammensetzung des Hyalosiderits.

Wir finden dann weiter für den etwas zersetzten Feldspatartigen Bestandteil:

SiO ₂	11,65	39,71	Sauerstoff 21,3
Al ₂ O ₃	9,45	32,21	Sauerstoff 15,0
CaO	3,72	12,70	Sauerstoff 3,6
Ka ₂ O	1,33	4,54	Sauerstoff 0,77
Na ₂ O	3,18	10,84	Sauerstoff 2,8
	29,33	100,00	

Das Sauerstoffverhältnis der Kieselsäure, der Tonerde und der alkalischen Basen 3:2:1 steht nicht in Übereinstimmung mit jenen der eigentlichen Feldspate, sondern entspricht dem der Skapolithgruppe (Mejonit). Die Anwesenheit eines derartigen Minerals würde aneh zu dem optischen Verhalten besser passen, als die Annahme eines Anorthits oder Plagioklases überhaupt, weil i. p. L. die weißen oder glashellen Teilchen keine parallelen Farbstreifchen erkennen lassen.

In dem von Salzsäure nicht zersetzten Reste ist der Gehalt an Nickel und Phosphor bemerkenswert. Wir müssen dies, da nicht anzunehmen ist, dass dieser Gehalt von einem Rest zufällig unzersetzt gebliebenen Meteoreisens herrühre, als ein Zeichen der Beimengung von Schreibersit ansehen. Das dazu gehörige Eisen erscheint natürlich in der Analyse unter dem Eisenoxydul. Daraus mag sich auch der Überschuss der Summe über 100 z. Th. erklären. Obwohl außerdem noch sicher Tonerde-haltiges Chromeisen vorhanden ist, kommt doch eine so bedeutende Menge von Tonerde neben einem beträchtlichen Quantum von Natron zum Vorschein, dass in dem Rest weiter auch ein feldspatiger Gemengteil vorausgesetzt werden muss, während dessen Hauptbestandteil offenbar ein augitisches Mineral ausmacht. Bringt man für letzteres die Gemengteile eines Bisilikats in Abzug, so bleibt ein Rest, in dem das Sauerstoffverhältnis zwischen Tonerde und der übrig bleibenden Kieselsäure zwar nahezu wie 3:9 verhält, es fehlt aber dann an der erforderlichen Menge der Kalkerde und Alkalien. Es lässt sich daher dieser von Säuren nicht zerlegte Anteil nur ungefähr berechnet als bestehend aus:

Schreibersit	4,5
Chromeisen	2,5
feldspatiges Mineral	4,0
augitisches Mineral	89,0

Im Ganzen bestände demgemäß der Chondrit von Schonenberg aus:

Olivin	19,0
feldspatigem und Skapolithartigem Mineral	18,5
augitischem Mineral	40,0
Meteoreisen	14,5
Schwefeleisen	5,0
Schreibersit	2,0
Chromeisen	1,0

Der Dünnschliff dieses Meteorsteins (Figur IV. der Tafel) lehrt uns die außergewöhnliche Feinkörnigkeit der Gemengteile kennen, welche alle unregelmäßig splittrig, wie bei allen Chondriten, sind. Größere Mineralstückchen sind selten und ebenso vereinzelt die Chondren (o), deren Masse weiß trübe,

staubartig feinkörnig, und an den Rändern schwach durchscheinend, aber i. p. L. buntfarbig, seltener exzentrisch faserig sich zeigt. Neben diesen rundlichen Körnchen kommen auch noch unregelmäßig eckige Fragmente von trüben, staubartigen und deutlich gestreiften Massen (b) und von jener eigentümlichen, äußert fein parallelstreifigen und quergegliederten, der Zellenmaschen der Moosblätter ähnlichen Struktur (c) vor, die in so vielen Chondriten als charakteristisch wiederkehrt. Das Meteoreisen bildet oft langgezogene, leistenartige Häufchen (d), scheint aber häufig auch wie eine dünne Rinde sich um die Chondren anzulegen.

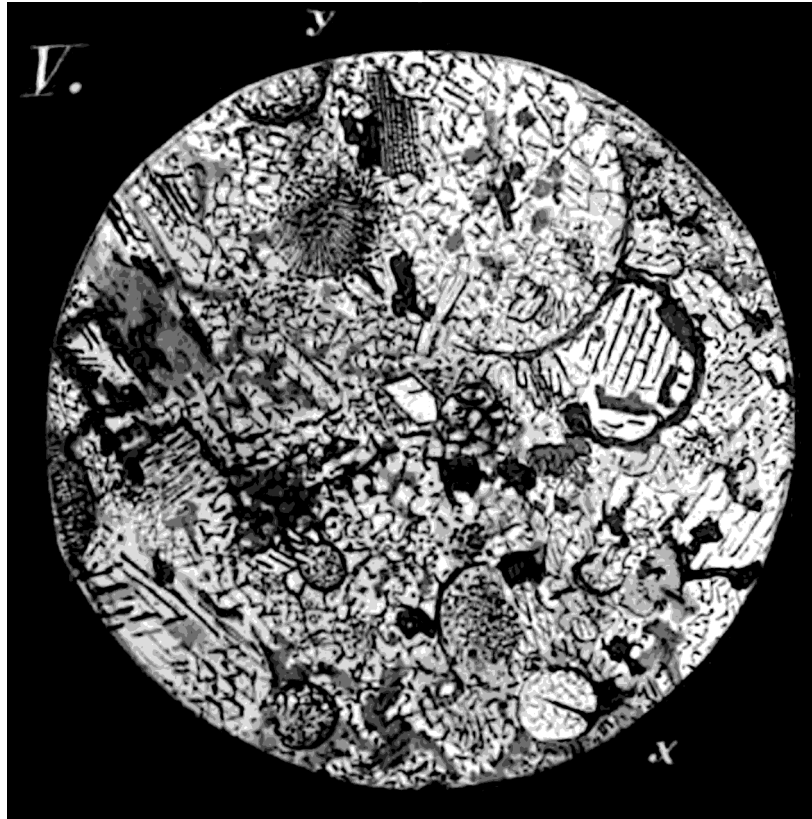
Unter den größeren Mineralsplitterchen kann man die gelblichen, höchst unregelmäßig rissigen, im Umriss mehr rundlichen als dem Olivin angehörig erkennen; sie zeigen i. p. L. die buntesten Aggregatfarben. Die etwas dunkler, farbigen, öfters etwas ins Rötliche spielenden Splitter des augitischen Minerals zeichnen sich durch eine mehr parallele Zerklüftung nach zwei Richtungen und i. p. L. gleichfalls sehr bunte Färbung aus, während die weißlichen, feldspatigen Bestandteile vielfach ins Trübe übergehen und i. p. L. von blauen und gelben Farbtönen beherrscht werden.

Nach alledem gehört der früher chemisch noch nicht untersucht gewesene Meteorstein von Schönenberg der großen Gruppe der Chondriten an und nähert sich unter diesen durch den niederen Kieselsäuregehalt sehr dem Stein von Ensisheim, unterscheidet sich aber von diesem, wie von allen den durch Rammeisberg (a. a. O.) zusammengestellten Arten durch den relativ sehr geringen Bittererde-, hohen Tonerde- und Natrongehalt.

Die an der Oberfläche des Steins bemerkbaren schnurartigen Streifen scheinen Zerklüftungen des Steins zu entsprechen, auf denen, wie auf der Oberfläche, eine Schmelzrinde beim Fall durch die Atmosphäre sich gebildet zu haben scheint.

1.5 Der Meteorstein von Krähenberg

bei Zweibrücken in der Rheinpfalz.



5: Figur 5

Zu den erst in jüngster Zeit gefallen und am Genauesten untersuchten Meteorsteinen gehört der Stein von Krähenberg. Über den Fall selbst berichten ausführlich Dr. G. Neumayer (Sitzungsb. d. Ac. d. Wiss. in Wien math. naturw. Cl. Bd. LX. 1869. S. 229), O. Büchner (Poggendorf Ann. Bd. 137. S. 176) und Weiss (N. Jahrb. 1869. S. 727 u. Poggendorfs Ann. Bd. 137. S. 617), über die Zusammensetzung [Gerhard] vom Rath (Poggendorfs Ann. Bd. 137. S. 328), an einer mikroskopischen Untersuchung der Dünnschliffe fehlte es jedoch bis jetzt. Wir entnehmen den oben angeführten Angaben über den Fall des Steins, dass am 5. Mai 1869 Abends 6 1/2 Uhr ein furchtbarer, einem Kanonendonner ähnlicher, aber weit stärkerer Knall gehört wurde, dem ein Rollen, ein Geknatter, wie von Musketenfeuer herrührend und ein Brausen, ähnlich dem Geräusche, des aus einer Lokomotive ausströmenden Dampfes folgte. Mit einem starken Schlag endigte plötzlich diese Geräusche, welches gegen 2 Minuten angedauert hatte. Man beobachtete an Orten bis auf 60 bis 70



6: Figur 6

Kilometer Entfernung vom Fallpunkte Krähenberg entweder Geräusch oder Lichterscheinungen, welche letztere als intensiv weiß angegeben werden. Zwei Knaben sahen den Stein zur Erde fallen und etwa 15–20 Minuten nach dem Fall grub man denselben aus der Erde, in die er ein senkrechtes, gegen 0,6 M. tiefes Loch sich gegraben hatte und auf einer Platte des unterliegenden Buntsandsteins liegen geblieben war.* Der Stein fühlte sich noch warm, aber nicht heiss an; er wog, nachdem wohl einige Kilogramm abgeschlagen worden waren, immerhin noch 15,75 Kilogramm und besaß einen Brodlaib ähnliche, aber etwas einseitig erhöhte rundliche Form, mit einem größeren Durchmesser von 0,30 m. und einem kleineren von 0,24 m., die außer der Mitte liegende größte Dicke oder Höhe ist 0,18 m.; die Grundfläche flach, ziemlich eben, die gewölbte Fläche dagegen höchst merkwürdig mit zahlreichen, vom glatten Scheitel aus, gegen den Rand strahlig verteilten, grubenförmigen, oft zu 0,03 m. langen Rinnen ausgestreckten, bis 8 mm. tiefen Furchen bedeckt. Zwischen diesen Gruben erheben sich dann schmale wellige Wülstchen, so dass die Oberfläche gleichsam tief blatternarbig durchfurcht erscheint. Die ganze Oberfläche ist mit einer schwarzen, stellenweis schaumigen Schlackenrinde vom 1/2—1 mm. Dicke bedeckt. Fleckenweis ist die Rinde dünn und bräunlich statt schwarz ge-

färbt, was, wie ich mich am Original überzeugte, daher rührt, dass an solchen Stellen schwerer schmelzbare Gemengteile sich vorfinden, die ein intensiveres Schmelzen verhinderten. Weiß hatte sogleich die Chondritennatur des Steins erkannt und macht auch auf die in der weißen Grundmasse liegenden dunkelgrauen, scharf abgegrenzten Fragmente aufmerksam, welche sich durch eingesprenzte metallische Teilchen und weißliche Splitterchen ebenfalls als Gemenge, wie die grauen Kugeln erweisen. Vom Rath bestätigt dies und führt weiter an, dass der Krähenberger Stein auf der lichtgrauen Bruchfläche zahlreiche, in allen Richtungen ziehende, zuweilen zu einer Masche werke verbundene, feine schwarze Linien bemerken lässt. Es scheinen ihm Spalten zu sein, welche wenigstens z. Th. beim Eintritt des Meteors in die Erdatmosphäre sich bildeten und mit der schmelzenden Substanz der Rinde erfüllt wurden. Außer diesen Schmelzlinien schwärmen in den Steinen gekrümmte schmale Gänge anderer Art umher, die aus Nickeleisen bestehen. Es sind gangähnliche Parthien von ansehnlicher Dicke. Ich konnte eine solche über 3 Zoll lange, wenig gekrümmte 1/3-1/2 mm. dicke Erzader auf einer Bruchfläche deutlich beobachten. Außerdem kommen auch Eisenspiegel, wie im Stein von Pultusk vor, dem auch die Masse sehr ähnlich, doch weniger feinkörnig ist. Als Gemengteile erkannte vom Rath Nickeleisen, Magnetkies, Chromeisen, Olivin und die charakteristischen Kugeln, welche Gemengteile in einer aus weißen und grauen Körnern gebildeten sphärolithischen Grundmasse liegen. Den Gehalt an Nickeleisen (aus 84,7 Eisen und 15,3 Nickel) bestimmte er zu 3,5%, so dass 96,5% auf die Silikate, Magnetkies und Chromeisen kommen. Von Schmelzrinde freie Stückchen besitzen das spec. Gew. 3,4975 bei 18° C., an Schmelzrinde reiche Stückchen 3,449 bei 20° C., wonach sich die Beobachtung am Pultusker Stein bestätigt, dass die Schmelzrinde spezifisch leichter ist als die steinige Masse des Innern.

Das Schwefeleisen hält vom Rath, obwohl es nicht vom Magnet gezogen wird, nicht für Troilit, sondern für Magnetkies, weil sich bei der Behandlung mit Salzsäure in reichlicher Menge Schwefelwasserstoff entwickelt und eine Menge Schwefel ausgeschieden wird. Er bestimmte den Gehalt an Magnetkies zu 5,52%.

Die dunkelgrauen bis schwarzen Körner, bis 2 mm. groß, zeigen bisweilen eine äußerst feine, sich sehr leicht ablösende, weiße Hülle. Dazu kommen unregelmäßig gerundete, dunkle Körner und Kugelsegmente, welche wie erstere, wenn gleich nur unvollkommene Faserzusammensetzung besitzen. Weiter zeigen sich bis 1 mm. große, gelblich weiße Körner — wahrscheinlich Olivin mit gerundeten Oberflächen und nur Andeutungen von kristallinischer Umgrenzung. Schwarze, kleine Chromeisensteinkörner scheinen eine oktaedrische Form erkennen zu lassen. Die Hauptmasse des Steins stellt sich unter dem Mikroskop als ein Haufwerk unendlich kleiner, weißer, kristallinischer Körnchen dar. Sie sind hell, lebhaft fettartig glänzend, zeigen Farben i. p. L.; sind in Säuren unlöslich und bestehen wesentlich aus einem Magnesiasilikate, das reicher an Kieselsäure, als Olivin ist. Daneben kommt auch noch eine licht-

graue Substanz, welche Anlage zu sphärolithischer Bildung besitzt, und wie die dunklen Kugeln auch zuweilen faserige Zusammensetzung zeigt, vor.

Mikroskopisch fanden sich noch als seltene Gemengteile vor: außerordentlich kleine, purpurrote Kristallteilchen, mehrere intensiv gelbe Körnchen mit deutlichen Krystallflächen, einige lichtgelbe, langprismatische Formen und endlich einzelne, bis 1/2 mm. große, rote Körnchen, von muscheligem Bruche und durchscheinend — wahrscheinlich Zersetzungsprodukt des Schwefeleisens, dem Caput mortuum ähnlich.

Die Analyse des nicht magnetischen Anteils ergab nach vom Rath:

	I	II
		Nach Abzug von Chromeisen und Magnetkies
Chromeisen	0,94	-, -
Magnetkies Schwefel	2,25	-, -
Magnetkies Eisen	3,47	-, -
Kieselsäure	43,29	46,37 Sauerstoff 24,73
Tonerde	0,63	0,67 Sauerstoff 0,32
Magnesia	25,32	27,13 Sauerstoff 10,85
Kalkerde	2,01	2,15 Sauerstoff 0,61
Eisenoxydul	21,06	22,56 Sauerstoff 5,01
Manganoxydul	Spur.	-, -
Natron (Verlust)	1,03	1,12 Sauerstoff 0,29

Demnach verhält sich die Summe der Sauerstoffmengen der Basen gegen die der Kieselsäure wie:

1:1,448,

welches Verhältnis gegen das des Pultusker Steins (1:1,507) auf keine wesentliche Verschiedenheit schließen lässt. Als wesentliche Gemengteile ergeben sich auch nach der chemischen Analyse: Olivin und ein kieselsäurereiches Mineral, ob Enstatit oder Shepardit oder beide gleichzeitig, lässt vom Rath unentschieden.

Die Beimengung von Anorthit oder Labrador hält er für unzulässig, weil Kalk- und Tonerde dem unlöslichen Anteil angehören und nur in geringer Menge mit Säuren sich ausziehen lassen.

Einer gefälligen Mitteilung verdanke ich ferner die Kenntnisnahme der Resultate einer Analyse, welche Herr Professor Dr. Keller in Speyer vorgenommen hat und welche deshalb von grösser Wichtigkeit ist, weil sie mit einer bedeutenden Quantität durchgeführt wurde, nämlich mit 5,71 Gramm; gefunden wurden:

Stoffe	Bausch-Analyse	57,69% in Salz- säure zer- setzbar einzeln	57,69% in Salz- säure zersetz- bar in %	42,31% in Salz- säure nicht zer- setzbar* einzeln	42,31% in Salz- säure nicht zersetz- bar ⁶ in %
Kieselerde (a)	41,12	15,76	27,28	25,36	61,76
Bittererde (a)	18,62	14,44	24,99	4,18	10,18
Manganoxydul (a)	0,78	0,78	1,35	-, -	-, -
Eisenoxydul (a)	17,10	10,69	18,52	6,41	15,61
Eisen (b)	3,93	3,93	10,85	-, -	-, -
Schwefel (b)	2,35	2,35	10,85	-, -	-, -
Eisen (c)	6,44	6,44	14,31	-, -	-, -
Nickel (c)	1,36	1,36	14,31	-, -	-, -
Phosphor (c)	0,46	0,46	14,31	-, -	-, -
Chromoxyd (d)	0,89	-, -	-, -	0,89	-, -
Eisenoxydul (d)	0,32	-, -	-, -	0,32	-, -
Tonerde (e)	3,22	0,76	1,31	2,46	5,99
Kalk (e)	2,06	0,42	0,73	1,64	4,00
Kali (e)	1,22	0,21	0,36	1,01	2,46
Natron (e)	0,17	0,17	0,30	-, -	-, -
Zinnoxid (e)	0,18	Spuren	-, -	0,18	-, -

Daraus wird berechnet:

- a) Olivin 41,67
- b) Schwefeleisen 6,28
- c) Meteoreisen 8,26
- d) Chromeisen 1,21
- e) Weitere Silikate 42,58

Das spec. Gewicht wurde zu 3,432 ermittelt.

Vergleichen wir nun die Resultate der letzteren (B) Analyse mit jener früher mitgeteilten vom Rath's (A), indem wir beide bloß auf die Silikatbestandteile umrechnen, um den Einfluss der offenbar in sehr ungleicher Verteilung vorkommenden Gemengteilen des Meteor-, Schwefel- und Chromeisen zu eliminieren, so ergeben sich folgende Zahlen:

	A	B
Kieselerde	46,37	48,78
Tonerde	0,67	3,82
Eisenoxydul	22,56	20,29
Manganoxydul	Spur.	0,93
Magnesia	27,13	22,09
Kalkerde	2,15	2,45
Kali	-, -	1,44
Natron	1,12	0,20

Auch hier bemerken wir in einzelnen Stoffen eine sehr geringe Übereinstimmung, so namentlich in Bezug auf Tonerde und Bittererde, was wieder auf eine sehr ungleiche Mengung und Verteilung der Bestandteile hinweist. In der Tat ergab sich nun bei näherer Untersuchung des Steins, welcher in der Kreissammlung zu Speyer verwahrt ist, dass, wie schon Weiss hervorgehoben hat, ganze Parthieen desselben flecken weise durch dunklere Farbe, größere Härte und kompaktere Beschaffenheit vor den übrigen hellgrauen, zerreiblichen Massen auffallend sich hervorheben. Es sind diese putzenförmigen Einschlüsse, eckig, unregelmäßig umgrenzt, gleichsam Bruchstücke im Großen, wie die Splitter der Hauptmasse im Kleinen, jedoch auch von besonderer Beschaffenheit. Ich wurde in die angenehme Lage versetzt, über Stückchen des Speyerer Steins für meine weitere Untersuchung verfügen zu können. Ehe ich jedoch über diese besonderen Einschlüsse weitere Mitteilung mache, habe ich noch in die nähere Erörterung bezüglich der in Salzsäure zersetzbaren und nicht zersetzbaren, verschiedenen Mineralgemenge einzutreten.

Die in Salzsäure zersetzbaren Silikatbestandteile berechnen sich in ihrer Zusammensetzung:

- (+) Kieselerde 36,46
- (+) Eisenoxydul 24,73
- (+) Bittererde 33,40
- (+) Manganoxydul 1,80
- (^) Tonerde 1,76
- (^) Kalkerde 0,97
- (^) Kali 0,48
- (^) Natron 0,40

(+) nahezu genau die Zusammensetzung des Olivins (Hyalosiderit).

(^) Reste eines schwer zersetzbaren, feldspatartigen Gemengteils in geringer Menge.

Der von Salzsäure nicht zersetzte Rest besteht, das Chromeisen abgerechnet, aus beiläufig:

	I	A	B
Kieselerde	61,7 oder	30,0 +	31,7
Bittererde	10,2	10,2	-, -
Eisenoxydul	15,6	15,6	-, -
Tonerde	6,0	-, -	6,0
Kalkerde	4,0	2,0+	2,0
Kali	2,5	-, -	2,5
	100,00	57,8	42,2

Wir können dieses I. zerlegen in A und B und erhalten dadurch ein Mineral der Augitgruppe und ein Mineral der Feldspatgruppe, das erste bronzitartig (Sauerstoffverhältnis wie 16:8,1), das zweite mit einem Sauerstoffverhältnis nahezu wie 6:3:1 (genauer 16,9:3:1) oder labradorartig, zu dem der Tonerde- und Alkali-haltige Anteil des durch Salzsäure zerlegten Teiles zu rechnen wäre.

Man kann mithin annehmen, dass im Durchschnitt der Meteorstein von Erähenberg in seiner Hauptmasse besteht aus:

Meteoreisen	6,27
Schwefeleisen	8,25
Chromeisen	1,21
Olivin	41,65
Augitmineral (? Bronzit)	23,48
Feldspatmineral (? Labrador)	19,14

Was nun die in größeren Brocken im Gestein eingebetteten härteren, dichteren und dunkleren Teile anbelangt, welche bereits früher erwähnt wurden, so bestehen diese, möglichst von den anhaftenden Splittern der Hauptmassen befreit, nach der von Ass. A. Schwager vorgenommenen Analyse aus:

Stoffe:	Bauschanalyse	64% in Salzsäure zersetzbar	39% in Salzsäure unzersetz- bar
Kieselerde	39,08	28,44	57,96
Tonerde	2,08	1,46	5,79
Eisenoxydul	28,53	36,20	13,75
Eisen (Nickelhaltig)	4,43	6,92	-, -
Schwefel	1,31	2,04	-, -
Manganoxydul	0,82	1,28	-, -
Chromoxyd	0,39	-, -	1,08
Kalkerde	13,35	14,55	11,24
Bittererde	5,97	5,73	6,40
Kali	1,48	1,73	1,04
Natron	1,81	1,13	3,05
	99,25	99,48	100,31

Zunächst ist bemerkenswert, dass wir es gleichfalls mit einer aus verschiedenen Mineralien zusammengesetzten Masse zu tun haben, welche sich in einen durch Salzsäure zerlegbaren und nicht zerlegbaren Anteil trennen lässt und dass im Ganzen eine große Ähnlichkeit in ihrer Zusammensetzung im Vergleiche mit jener der Hauptmasse nicht zu verkennen ist. Abweichend erweist sich dagegen besonders der hohe Gehalt an Eisenoxydul und Kalkerde und der geringe an Bittererde, wenn wir die Masse als Ganzes betrachten, während in dem Salzsäureauszug neben denselben Verhältnissen noch die relativ große Menge an Kieselsäure in die Augen fällt. Auch in dem Restanteil ist es die Kalkerde, welche in ungewöhnlicher Menge auftritt. Es lässt sich daraus kaum mehr, als die Vermutung schöpfen, dass neben Hyalosiderit ein eisen- und kalkreiches Mineral der Augitgruppe vielleicht Diopsid mit Anorthit-artigem Feldspat als Hauptgemengteile anzunehmen sind.

Die weitere Untersuchung des Steins hat einige interessante Eigentümlichkeiten desselben kennen gelehrt. Zunächst lenken (die zahlreichen, denselben durchziehenden schwarzen Streifchen und Äderchen, welche schon vom Rath genau beschrieben, hat, die Aufmerksamkeit auf sich. Sie bestehen, soweit ich sehen konnte, aus einer der äußeren Schmelzrinde gleichen, auch Meteoreisen enthaltenden Substanz und scheinen mir Sprünge und Zerklüftungen darzustellen, auf welchen, wie an der Außenfläche, eine Schmelzung stattfand. An einzelnen derselben bemerkte ich gegen Außen deutlich eine blasige und schaumige Beschaffenheit. Ganz ausgezeichnet sind glatte und gestreifte Ablösungsflächen, die genau Rutschflächen gleichsehen, ohne dass sich jedoch eine Verschiebung einzelner Teile gegen einander erkennen lässt. Sie müssen wohl schon vorhanden gewesen sein, ehe der Stein in die Atmosphäre unserer Erde gelangt war und hier nur stellenweis eine Schmelzrinde erhalten haben.

Die Dünnschliffe, deren ich aus verschiedenen Teilen der Hauptmasse 5 habe herstellen lassen, geben uns über das Gefüge das Bild eines sehr zusammengesetzten Chondriten, wie es die Zeichnung in Figur V darstellt. Viele der runden Körner erscheinen nur als zersprungene Fragmente kugelartiger Teile und sind nicht selten von einer schwarzen Substanz, an deren Zusammensetzung auch Meteoreisen beteiligt ist, wie von einer Rinde, überzogen. An einem derselben dringt dieser schwarze Überzug auch in das Korn selbst ein. Sie bestehen teils aus der bekannten exzentrisch faserigen Masse, teils aus feinsten, staubähnlichen, wenig durchscheinenden Körnchen, größeren hellen Teilchen oder aus einer nach verschiedenen Richtungen parallel zerrissenen oder netzaderigen Substanz in grösser Mannigfaltigkeit der Ausbildung. Außerdem bemerkt man eckige Bruchstücke von ganz gleicher vielgestaltiger Ausbildung wie bei den kugeligen Einschlüssen. Unter denselben stechen besonders die äußerst fein und dicht parallel gestreiften Splitterchen in die Augen, deren Parallelfaserchen durch dunkle Streifchen wie quer gegliedert erscheinen (y). Sie sind für die Chondrite außerordentlich charakteristisch. Selten sind einzelne Stückchen frei von Rissen oder von regelmäßig parallelen, weit auseinander stehenden, dunklen Linien durchzogen, an denen man bei starker Vergrößerung kleinste Bläschen bemerkt. Eine Regelmäßigkeit in der Anordnung dieser deutlich nur als Splitter eingemengten Bruchstücke gibt sich nicht zu erkennen. Alles liegt wirr durcheinander und wird durch immer kleiner werdende und bis zu Stäubchen zerstückelte Teilchen zu einem dicht geschlossenen Ganzen verbunden. I. p. L. zeigt sich Alles in bunten Aggregat-Farben von verschiedener Lebhaftigkeit, aber ohne von einer Spur einfach brechender Zwischensubstanz unterbrochen zu werden. Farbenstreifchen kommen selten und nicht deutlich zum Vorschein. Noch bleibt hervorzuheben, dass größere Flecke der Masse intensiv gelb gefärbt erscheinen. Diese Färbung rührt, wie das rasche Verschwinden derselben beim Behandeln mit Salzsäure beweist, von infiltriertem, auf den feinen Rissen sich ausbreitendem Eisenoxydhydrat her, das von dem sich in feuchter Luft ungemein leicht zersetzenden Meteoreisen abstammt.

Fast dasselbe Bild gewinnt man auch in dem Dünnschliff der dunklen putzenformigen Parthieen des Steins, von welchen vorher die durch den großen Kalkgehalt und den Mangel an Bittererde auffallende Analyse mitgeteilt wurde (Figur VI.). Es scheinen darin nur die Körner und Fragmente grösser und dichter gedrängt bei einander zu liegen. Es lässt sich keine optische Erscheinung auffinden, welche über das so abweichende Ergebnis der Analyse Aufschluss zu liefern im Stande wäre, wie man erwarten dürfte. Die geringe Menge der zur Verfügung stehenden Substanz verhindert weitere Untersuchungen anzustellen, die vielleicht das Auffinden eines sehr kalkhaltigen Bestandteils ergeben würde. Es wurde auch der Versuch gemacht, die gelben, anscheinend Olivin darstellenden Körnchen zu isolieren und getrennt einer Analyse zu unterwerfen. Die Behandlung mit Salzsäure zeigte aber sofort, dass das anscheinend rein

herausgelesene Material kaum zur Hälfte von der Säure zersetzt wird, mithin immer noch trotz der anscheinenden Gleichartigkeit der gelben Splitter verschiedener Natur ist, fast wie der Stein im Ganzen.

Behandelt man einen losgelösten Dünnschliff längere Zeit mit Salzsäure und untersucht ihn nachher unter dem Mikroskop, so bemerkt man in dem noch gut zusammenhaltenden Dünnschliffe zahlreiche größere, kleinere und kleinste Lücken, welche die Stelle der durch die Säure zersetzten Gemengteile bezeichnen. Bringt man nun noch weitere Kalilösung auf den so behandelten Dünnschliff, so zerfällt derselbe sofort in einzelne Stückchen, Körnchen und Staubteilchen, unter welchen die von den größeren Einschlüssen, abstammenden Splitterchen sich durch ihren festeren Zusammenhalt auszeichnen. Sehr bemerkenswert ist es, dass in den Stücken von maschenartig streifiger Struktur, obwohl sie noch fest Zusammenhalten, die hellen Streifchen vollständig zerstört sind und nur die dunklen Zwischenlamellen, wie ein Gerippe unzersetzt geblieben sind. Es lässt sich dies i. p. L. unzweifelhaft feststellen. Es bestehen demnach die wasserhellen Streifchen oder Lamellen sehr wahrscheinlich aus Olivin, die dunklen Teile aus einem Augitmineral. Daraus erklärt sich nunmehr auch vollständig die Erscheinung, dass die Chondren, wie die Untersuchung an jenen des Steins von Eichstädt gelehrt hat, teilweise von Salzsäure zersetzt werden, teilweise aber unangegriffen bleiben.

Überblickt man die Resultate der Untersuchung dieser wenn auch beschränkten Gruppe von Steinmeteoriten, so drängt sich die Wahrnehmung in den Vordergrund, dass sie, trotz einiger Verschiedenheit in der Natur ihrer Gemengteile, doch von vollständig gleichen Strukturverhältnissen beherrscht sind. Alle sind unzweifelhafte Trümmergesteine, zusammengesetzt aus kleinen und größeren Mineralsplitterchen, aus den bekannten rundlichen Chondren, welche meist vollständig erhalten, aber oft auch in Stücke zersprungen Vorkommen und aus Gräupchen von metallischen Substanzen Meteoreisen, Schwefeleisen, Chromeisen. Alle diese Fragmente sind aneinandergeklebt, nicht durch eine Zwischensubstanz oder durch ein Bindemittel verkittet, wie sich überhaupt keine amorphen, glas- oder lavaartigen Beimengungen vorfinden. Nur die Schmelzrinde und die oft auf Klüften auftretenden, der Schmelzrinde ähnlich entstandenen schwarzen Überrundungen bestehen aus amorpher Glasmasse, die aber erst beim Niederfallen innerhalb unserer Atmosphäre nachträglich entstanden ist. In dieser Schmelzrinde sind die schwerer schmelzbaren und größeren Mineralkörnchen meist noch ungeschmolzen eingebettet. Die Mineralsplitterchen tragen durchaus keine Spuren einer Abrundung oder Abrollung an sich, sie sind scharfkantig und spitzeckig. Was die Chondren anbelangt, so ist ihre Oberfläche nie geglättet, wie sie sein müsste, wenn die Kügelchen das Produkt einer Abrollung wären, sie ist vielmehr stets höckerig uneben, maulbeerartig rau und warzig oder facettenartig mit einem Ansatz von Krystallflächen versehen. Viele derselben sind länglich, mit einer deutlichen Verjüngung oder Zuspitzung nach einer Richtung, wie es

bei Hagelkörnern vorkommt. Oft begegnet man Stückchen, welche offenbar als Teile zertrümmerter oder zersprungener Chondren gelten müssen. Als Ausnahme kommen zwillingsartig verbundene Kügelchen vor, häufiger solche, in welchen Meteoreisenstückchen ein- oder angewachsen sind. Nach zahlreichen Dünnschliffen sind sie verschiedenartig zusammengesetzt. Am häufigsten findet sich eine exzentrisch strahlig faserige Struktur in der Art, dass von einer weit aus der Mitte nach dem sich verjüngenden oder etwas zugespitzten Teil hin verrückten Punkte aus ein Strahlenbüschel gegen außen sich verbreitet. Da die in den verschiedensten Richtungen geführten Schnitte immer säulen- oder nadelförmige, nie blätter- oder lamellenartige Anordnung in der diesen Büschel bildenden Substanz erkennen lassen, so scheinen es in der Tat säulenförmige Fasern zu sein, aus welchen sich solche Chondren aufbauen. Bei gewissen Schnitten gewahrt man, dieser Annahme entsprechend, in den senkrecht zur Längenrichtung gehenden Querschnitten der Fasern nur unregelmäßig eckige, kleinste Feldchen, als ob das Ganze aus lauter kleinen polyedrischen Körnchen zusammengesetzt sei. Zuweilen sieht es aus, als ob in einem Kügelchen gleichsam mehrere nach verschiedener Richtung hin strahlende Systeme vorhanden wären oder als ob gleichsam der Ausstrahlungspunkt sich während ihrer Bildung geändert habe, wodurch bei Durchschnitten nach gewissen Richtungen eine scheinbar wirre, stängliche Struktur zum Vorschein kommt. Gegen die Außenseite hin, gegen welche der Vereinigungspunkt des Strahlenbüschels einseitig verschoben ist, zeigt sich die Faserstruktur meist undeutlich oder durch eine mehr körnige Aggregatbildung ersetzt. Bei keinen der zahlreichen angeschliffenen Chondren konnte ich beobachten, dass die Büschel so unmittelbar bis zum Rande verlaufen, als ob der Ausstrahlungspunkt gleichsam außerhalb des Kügelchens läge, sofern nur dasselbe vollständig erhalten und nicht etwa ein bloßes zersprungenes Stück vorhanden war. Die zierlich quergegliederten Fäserchen verlaufen meist nicht nach der ganzen Länge des Büschels in gleicher Weise, sondern sie spitzen sich allmählich zu, verästeln sich oder endigen, um andere an ihre Stelle treten zu lassen, so dass in dem Querschnitte eine mannichfache, maschenartige oder netzförmige Zeichnung entsteht. Diese Fäserchen bestehen, wie dies schon vielfach im Vorausgehenden geschildert wurde, aus einem meist helleren Kern und einer dunkleren Umhüllung, jener durch Säuren mehr oder weniger zerlegbar, letztere dagegen dieser Einwirkung widerstehend. Höchst merkwürdig sind die schalenförmigen Übrerrundungen, welche aus Meteoreisen zu bestehen scheinen und in der Regel nur über einen kleineren Teil der Kügelchen sich ausbreiten. Die gleichen einseitigen, im Durchschnitt mithin als bogenförmig gekrümmte Streifen sichtbaren Übrerrundungen, kommen auch im Innern der Chondren vor und liefern einen starken Gegenbeweis gegen die Annahme, dass die Chondren durch Abrollung irgend eines Materials entstanden seien, wie denn überhaupt die ganze Anordnung der büscheligen Struktur

mit Entschiedenheit gegen ihre Entstehung durch Abrollung spricht.⁷ Doch nicht alle Chondren sind exzentrisch faserig; viele, namentlich die kleineren besitzen eine feinkörnige Zusammensetzung, als beständen sie aus einer zusammengeballten Staubmasse. Auch hierbei macht sich zuweilen die einseitige Ausbildung der Kügelchen durch eine exzentrisch größere Verdichtung der Staubteile bemerkbar.

Was endlich die äußere Form der den Chondriten beigemengten Meteor- und Schwefeleisenteilchen anbelangt, so bemerken wir auch bei diesen durchaus keine regelmäßige Gestaltung, weder in Leistchen nach Art des Titaneisens etwa im Dolerit, noch in rundlichen Kügelchen, isoliert man das Meteoreisen einfach durch leichtes Zerdrückender Steinmasse und Herausziehen mit dem Magnet, so zeigen sich die Meteoreisenteilchen an der Oberfläche staubig, von anhaftenden Mineralteilchen wie überkleidet. Im Allgemeinen sind es unregelmäßig gestaltete Gräupchen und Knöllchen, welche vielfach in feine Zäckchen und zarte gekörnnte Verästelungen verlaufen. Durch Anwenden von Flusssäure kann man die staubigen Mineralteilchen, welche auf der Oberfläche der Gräupchen wie angekittet sind, entfernen und man bemerkt nun eine uneben grubige, gleichsam punktierte Oberfläche, ohne Spur einer Spiegelung von Krystallflächen. Ähnliche Beschaffenheit besitzen auch die Schwefeleisenteilchen, nur sind sie nicht so zackig. Noch einfacher, aber auch stets unregelmäßig gestaltet sind die Chromeisenfragmente.

Der gewöhnliche Typus der Meteorite von steiniger Beschaffenheit ist so weit überwiegend derjenige der sog Chondrite und die Zusammensetzung sowie die Struktur aller dieser Steine so sehr übereinstimmend, dass wir den gemeinsamen Ursprung und die uranfängliche Zusammengehörigkeit aller dieser Art Meteorite — wenn nicht aller — wohl nicht weiter in Zweifel ziehen können.

Der Umstand, dass sie sämtlich in höchst unregelmäßig geformten Stückchen in unsere Atmosphäre gelangen — abgesehen von dem Zerspringen innerhalb der letzteren in mehrere Fragmente, was zwar häufig vor kommt, aber doch nicht in allen Fällen angenommen werden kann, namentlich nicht, wenn durch direkte Beobachtung das Fallen nur eines Stückes konstatiert ist, — lässt weiter schließen, dass sie bereits in regellos zertrümmerten Stücken als Abkömmlinge von einem einzigen größeren Himmelskörper ihre Bahnen im Himmelsraume ziehen und in ihrer Zerstreutheit einzeln zuweilen in das Attraktionsbereich der Erde geratend zur Erde niederfallen. Der Mangel ursprünglicher, lavaartiger, amorpher Bestandteile in Verbindung mit der äußern unregelmäßigen Form dürfte von geo- oder kosmologischen Standpunkten aus der Annahme ausschließen, dass diese Meteorite Auswürflinge aus Mondvulkanen, wie vielfach behauptet wird, sein können.

⁷ Auch die von G. v. Drasche aus dem Meteorit von Lancé gezeichneten faserigen Chondren (Tschermak's Miner. Mittb. 1875. Bd. V. 1. H.) entsprechen in Bezug auf innere Struktur und äußere Form genau unserer Schilderung.

Die Bemerkung, welche G. Neumayer bezüglich des Falls von Krähenberg macht,⁸ dass nämlich dieser Meteorit auf seinem kosmischen Laufe dem Meteorschauer angehört habe, dessen Radiationspunkt in der Nähe von δ Virginis liegt, kann nur dazu dienen, obige Annahme wahrscheinlicher zu machen. Darauf laufen auch die Ansichten fast aller Forscher hinaus, welche sich in neuerer Zeit mit dem Studium der Meteorite befasst haben, nur über die Ursache der Zertrümmerung ob sie durch den Zusammenstoß bereits fester Himmelskörper, oder durch eine von innen nach außen wirkende Explosion einer kosmischen Masse oder aber durch ein Zerbröckeln von freien Stücken, etwa wie es bei austrocknendem Tone eintritt, erfolgt sei, herrscht verschiedene Meinung, wie es Tschermak in seiner ausgezeichneten Arbeit über die Bildung der Meteorite und des Vulkanismus⁹ so vortrefflich schildert. Es ist bei dieser Annahme sogar denkbar, dass ein Meteorit, der schon einmal die Erdatmosphäre auf seiner Bahn gestreift und dabei eine partielle Schmelzung erlitten hat, später wieder in die Erdnähe geräth und nun wirklich zur Erde niederfällt. So ließe sich vielleicht das Vorkommen von Schmelzmasse, ähnlich wie die in der Erdatmosphäre geschmolzenen Binde, im Innern einzelnen Steinmeteorite erklären. Auch von astronomischer Seite scheint die oben besprochene Zugehörigkeit vieler Meteorite zu einem aus zertrümmerten kosmischen Körperchen bestehenden Schwarme auf keinen Widerspruch zu stoßen.

Haben wir die Wahrscheinlichkeit des Ursprungs unsere Chondrite als Ganzes betrachtet nachzuweisen versucht, so bleibt uns vom geologischen Standpunkte die weit wichtigere Frage noch zu beantworten übrig, wie der einzelne Chondrit als Gestein seiner Masse nach sich gebildet haben mag, wenn wir seine Zusammensetzung aus kleinen Mineralsplitterchen, Eisengröupchen und rundlichen Knöllchen (Chondren) ohne layaähnliches Kittmittel näher ins Auge fassen. Mit den rein mineralogischen Teilen dieser Frage hat sich wohl in neuerer Zeit am intensivsten und mit den glücklichsten Erfolgen experimentellen Nachweises Daubrée befasst.¹⁰ Aus seinen klassischen Arbeiten lässt sich entnehmen, dass sich die Hauptmineralbestandteile der Chondrite, Olivin, Enstatit und metallisches Eisen durch Schmelzen der Steine unter gewissen Bedingungen in kristallisiertem und kristallinischem Zustande (wenigstens die zwei Silikate) wieder gewinnen lassen und dass man diese Silikate auch aus irdischen Felsarten z. B. Lherzolith oder Olivinfels, sogar aus Serpentin durch Schmelzen herstellen kann. Es ergibt sich selbst eine gewisse Strukturähnlichkeit zwischen geschmolzenem Lherzolith und gewissen Meteoriten. Ein wesentlicher Unterschied wird durch den Eisenbestandteil bedingt, der bei dem Lherzolith ein oxydiertes Eisen, bei den Meteoriten aber ein regulinisches ist. Während bei den Bildungen auf Erden Sauerstoff und Wasser mitwirkten,

⁸Sitzb. d. Acad. in Wien math.-naturw. Cl. Bd. 60, 2. 1869. S. 239.

⁹Sitz. d. Ac. d. Wiss. in Wien math.-nat. Cl. Bd. 71. 1875. Aprilheft.

¹⁰Die wichtigsten der hierher gehörigen Publikationen Daubrée's sind: Expériences synthétiques relatives aux météorites in: Comptes rendus t. 62. 1866, Bulletin de la soc. géologique d. France II. Ser. A. 26. p. 95 und Comptes rendus 1877. N. 27.

muss der Einfluss dieser Stoffe bei der Entstehung der Meteorite ausgeschlossen angenommen werden. Die Meteorite haben keine Ähnlichkeit mit unseren auf der Oberfläche der Erdrinde vorfindlichen Gesteinsarten, wie Granit. Um Analogien für sie auf Erden zu finden, muss man in die tiefere Region der Erde hinabgehen, wo in den basischen Silikaten der Olivingesteine die nächsten Verwandten sich finden. Es scheinen daher die Meteoriten aus einer Art erstem Verschlackungsprozess der Himmelskörper — aber, da sie metallisches Eisen enthalten — bei Mangel von Sauerstoff und Wasser hervorgegangen zu sein. Daubrée hat durch direkte Experimente nicht bloß die Entstehung der Silikate nachgewiesen, sondern auch gezeigt, dass unter dem reduzierenden Einfluss von Wasserstoff aus dem Magneteisen des Lherzoliths Eisen in reduziertem Zustande sich bilden kann. Die Eisenteilchen in den Meteoriten finden sich aber nicht in rundlichen Kügelchen, wie sie aus den Schmelzflüssen bei Reduktionsmittel hervorgehen, sondern in unregelmäßigen Knöllchen. Es kann daher bei der Bildung der Meteoriten nicht die Schmelzhitze des Eisens, selbst nicht die der Silikate geherrscht haben. Es lässt sich aber auch denken, dass ein der Reduktion entgegengesetzter Prozess wirksam war, wenn man annimmt, dass die Stoffe ursprünglich nicht in oxydiertem, sondern in regulinischem Zustande vorhanden waren, und dass im Momente, wo der Sauerstoff anfang seine Wirksamkeit zu entfalten, derselbe zuerst sich mit den am leichtesten oxydierbaren Stoffen verband und wenn er in nicht zureichender Menge vorhanden war, welche die schwieriger oxydierbaren Stoffe unoxydiert — so das Eisen — übrig ließ.

Auch diese Hypothese hat Daubrée durch glänzend durchgeführte Experimente mit Erfolg zu erhärten versucht. Einem ähnlichen Verschlackungsprozess während einer der ersten Bildungsstadien schreibt er auch die Entstehung der Olivingesteine der Erde zu, welche in größter Tiefe sich vorfinden, wobei jedoch abweichend von der Entstehung der metallisches Eisen enthaltenden Meteoriten, Sauerstoff im Überschuss vorhanden war, um sowohl die Silikate als auch — anstatt des Meteoreisens — Magneteisen zu bilden.

Wenn auf diese Weise gleichsam die mineralogische Seite der Bildung der Meteorite erklärt erscheint, so erfordert die eigentümliche trümmerige Struktur der Chondrite noch eine weitere Erörterung.

Wir entnehmen einer neueren Publikation Daubrée's,¹¹ dass er die Entstehung der Chondren sich analog denkt, wie die Abscheidung von Olivinkügelchen bei einem Versuche, bei welchem er Olivin mit Kohlen gemengt, geschmolzen hat. Vollständiger ist der Vergleich, wenn der Reduktionsprozess durch Wasserstoff erfolgt. Erst neulich spricht sich der um die Kenntnis der Meteorite so sehr verdiente Gelehrte¹² über diesen Gegenstand bei Gelegenheit der Erörterung einer merkwürdigen Breccien-ähnlichen Struktur an dem Meteoriten von St. Catharina weiter aus, dass die Zertrümmerung des die Steinme-

¹¹Bull. d. 1. société géol. d. France 26a. 1868-1869 S. 98 u. ffd.

¹²Comptes rendus 1877. No. 27.

teoriten zusammenhaltenden Materials wohl als Sprengwirkung sehr zusammengedrückter Grase angesehen werden müsse, etwa wie sie bei Anwendung von Dynamit stattfindet. Was aber die Bildung der Chondren anbelangt, so beruft er sich auf den oben angeführten Versuch, wobei eine Art Körnelung in dem Moment sich vollzieht, in dem die Substanz sich verfestigt. Aber am öftesten scheinen ihm die Chondren einfache Fragmente zu sein, welche sich durch Reibung abrundeten, wie dies aus der Untersuchung dieser Kügelchen durch G. Rose (Abh. der Ac. d. Wiss. in Berlin für 1862 S. 97 u. 98) hervorgehe und St. Meunier (Comptes rendus 1871. 346 u. Recherches sur la composition et la structure de Météorites 1869) für mehrere Meteorite klargelegt habe.

Nach dem Vorgänge Haidinger's hat sich neuerdings auch Tschermak mit dem Studium der Bildung der Meteorite eingehend befasst und die Ergebnisse seiner höchst interessanten Untersuchungen in mehreren Schriften mitgeteilt. Diese Arbeiten gehören unstreitig zu den wichtigsten und tief gründlichsten, die wir über diesen Gegenstand besitzen. Tschermak kommt bezüglich der Entstehung der einzelnen Meteorstücke zu der am wahrscheinlichsten sich ergebenden Annahme, dass sie ihre Gestalt nicht einer Zertrümmerung von Planeten durch Stoß verdanken, sondern dass durch eine Wirkung von Innen nach Außen, durch eine Explosion analog der vulkanischen Tätigkeit jene Zertrümmerung bis zu winzigen Stücken, die man ein Zerstäuben nennen muss, bewirkt werde. Er weist hierbei auf die gewaltsamen explosionsartigen Erhebungen hin, welche bei der Sonne und bei Kometen direkt beobachtet worden sind, oder auf der Mondoberfläche durch den Aufbau der Krater sich verraten. Was nun die Zusammensetzung der Meteorite insbesondere anbelangt, so schließt sich auch in dieser Richtung Tschermak der Ansicht Haidinger's an, dass sie aus Gesteinsstaub zusammengefügt sind, welcher dem vulkanischen Tuff zu vergleichen ist. Nur das massenhafte Erscheinen der kleinen Kügelchen, der Chondrite, ist es, welche, so viel bekannt, in den Tuffen der irdischen Vulkane nicht auftreten und deshalb schwieriger zu erklären sind. Diese Kügelchen verhalten sich nach seiner Annahme durchaus nicht, als ob sie durch Kristallisation zu ihrer Form gekommen wären, sie verhalten sich auch nicht wie die Sphärolithe im Obsidian und Perlstein, oder wie die Kugeln im Kugeldiorit, und die runden Konkretionen vom Calcit, Aragonit, Markasit. Sie gleichen vielmehr den Kugeln, welche man öfters in Tuffen der vulkanischen Bildungen sieht, z. B. die Trachytkugeln in dem Gleichenberger Trachyttuff, die Kugeln in dem Basalttuff am Venusberg bei Freudenthal, besonders aber den Olivinkugeln in dem Basalttuff von Kapfenstein und Feldbach in Steiermark.¹³ Von letzteren darf man sicher annehmen, dass sie Produkte der vulkanischen Zer-

¹³Es stand mir nur ein ähnliches Material, der Trachyttuff mit sog. Leucitknöllchen von den zyklischen Inseln, zur Verfügung. Dünnschliffe dieses Gesteins lehrten mich, dass die vermeintlichen Leucite Gesteinskügelchen sind, welche aus demselben Material bestehen, wie die Tuffmasse selbst und keine den Meteoriten-Chondren ähnliche Struktur besitzen. Nachträglich erhielt ich durch Hrn. Tschermak's besondere Güte auch Proben des Gesteins von Gleichenberg. Diese Olivinknollen aßen keine Analogien mit den Chondren erkennen.

reibung sind und ihre Form einer kontinuierlichen explosiven Tätigkeit eines vulkanischen Schlotens verdanken, durch welche ältere Gesteine zersplittert und deren zähere Teile durch beständiges Zusammenstoßen abgerundet wurden. Man könne allenfalls sich vorstellen, dass die Steinmassen, welche der Zerreibung ausgesetzt waren, ziemlich weich gewesen seien, und würde sich dadurch der Vorstellung Daubrée's nähern, welcher auf ein Gestein hinweise, das in einer Gasmasse wirbelnd erstarrte. Doch sei hervorzuheben, dass kein Meteorit irgendeine Ähnlichkeit mit vulkanischer Schlacke oder mit Lava besitze, daher könne der Vergleich der Meteoriten mit vulkanischen Tuffen oder Breccien nur bis zu einer gewissen Grade gelten. Die vulkanische Tätigkeit bei der Bildung der Meteoriten bestand daher nur in der Zertrümmerung starrer Gesteine durch eine explosive Tätigkeit in Folge plötzlicher Ausdehnung von Dämpfen oder Gasen, unter welchen das Wasserstoffgas eine bedeutende Rolle gespielt haben dürfte.

So geistreich diese Hypothesen Daubrée's und Tschermak's sind, so kann ich mich doch in Bezug auf die Entstehung der Kügelchen (Chondren) ihrer Ansicht auf Grund meiner neuesten Untersuchungen nicht anschließen. Ich habe in den Gegensätzen zu Tschermak's Annahme nachzuweisen gesucht, dass das innere Gefüge der Chondren nicht außer Zusammenhang mit ihrer kugeligen Gestalt stehe, und dass man diese Kügelchen weder als Stücke eines Mineralkrystals noch eines festen Gesteins ansehen könne. Spricht schon ihre nicht geglättete, nicht polierte Oberfläche, welche wenn durch Abreibung oder Abrollung gebildet, bei solcher Härte des Materials spiegelglatt sein müsste, während sie rau, höckerig, oft strichweise kristallinisch facettiert erscheint, gegen die Abreibungstheorie, so ist auch gar kein Grund einzusehen, weshalb nicht alle anderen Mineralsplitterchen wie Sandkörner abgerundet seien und weshalb namentlich das Meteoreisen, das Schwefeleisen und das sehr harte Chromeisen, wie ich in dem Meteorit von L'Aigle mich überzeugt habe, stets nichtgerundete, oft äußerst fein zerschlitzte Formen besitzen. Wie wäre es zudem denkbar, dass, wie häufig beobachtet wird, innerhalb der Kügelchen konzentrische Anhäufung von Meteoreisenteilchen vorkommen? Auch erscheint die exzentrisch faserige Struktur der meisten Kügelchen in ihrem einseitig gelegenen Ausstrahlungspunkte in Bezug auf die Oberfläche nicht als zufällig, sondern der Art der Struktur der Hagelkörner nachgebildet. Dieses innere Gefüge steht im engsten Zusammenhänge mit dem Akt ihrer Entstehung, welche nur als eine Verdichtung Mineral bildender Stoffe unter gleichzeitiger drehender Bewegung in Dämpfen, welche das Material zur Fortbildung lieferten, sich erklären lässt, wobei in der Richtung der Bewegung einseitig mehr Material sich ansetzte.

Indem ich auf die Tatsachen mich berufe, welche bei allen Chondriten — und um diese handelt es sich hier — zum Vorschein kommen,

1. dass sie nur aus feinen oder gröberen Mineralsplitterchen oder aus eckigen oder halbkugeligen, zersprengten Stücken von Chondren und ans

diesen selbst bestehen;

2. dass jede Spur von Lava- oder Schlacken-ähnlichen Beimengungen oder Bindemittel fehlt und alle Verschlackungen, welche sich vorfinden, nur sekundäre Erscheinungen in Folge der Bewegung der Meteorite innerhalb der irdischen Atmosphäre sind;
3. dass weder das beigemengte Meteoreisen noch Schwefeleisen noch Chromeisen die Form der Chondren besitzen und keine Spur erlittener Abrollung erkennen lassen;
4. dass die innere Struktur der Chondren, sei sie exzentrisch faserig, oder körnig oder staubig in's Dichte übergehend, mit der länglich runden, an die Eiform erinnernden Gestalt in genetischem Zusammenhange steht, wie die Beschaffenheit der Strahlenbüschel unzweideutig lehrt;
5. dass zuweilen der Oberflächenform entsprechende Ausscheidungen im Innern der Kügelchen sich vorfinden und
6. endlich, dass die Oberfläche der Chondren nicht, wie bei Entstehung durch Abrollung, poliert, sondern rau und höckerig ist, wie wenn Teilchen um Teilchen nach Außen sich gesetzt hätten,

glaube ich z. Th. in Übereinstimmung mit den genannten Gelehrten annehmen zu müssen, dass das Material, aus welchem die Chondrite bestehen, durch eine gestörte Kristallisation und Zertrümmerung in Folge von explosiven Vorgängen innerhalb eines Raumes sich bildete, welcher von die Mineral bildenden Stoffe liefernden Dämpfen und von die weitere Oxydation des Meteoreisens verhinderndem Wasserstoffgas erfüllt war. Die Kügelchen bildeten sich durch Anhäufung von Mineralmasse um einen Ansatz oder Kern bei fortdauerndem Fall oder Bewegung in den Stoff liefernden Dämpfen, wodurch eine einseitige Zunahme oder ein Ansatz des Materials in der Richtung des Flugs, wie bei der Entstehung gewisser Hagelkörner oder Eisgraupen bedingt ist und die exzentrisch faserige Struktur und länglichrunde Form ihre Erklärung findet. Dass hierbei Zertrümmerungen in Folge des Zusammenstoßes der verfestigten Massen stattfanden, beweisen die in Stücke zersprengten Kügelchen und die zahlreichen eckigen Fragmente, welche dieselbe faserige Struktur, wie die Kügelchen selbst, besitzen. Vielleicht, dass ein Zerfallen auch in Folge raschen Temperaturwechsels eingetreten ist. Das so entstandene Material fiel, wie ein Aschenregen, zur Oberfläche des sich bildenden Himmelskörpers und verfestigte sich nach Art der vulkanischen Trockentuffe durch Agglutinieren der Trümmerchen zu einem meist lockeren Aggregat und wurde vielleicht erst in diesem Zustande der Verfestigung durch weitere Explosionstätigkeit zerstückelt und abgeschleudert. Diese Stücke oder Teile dieser Stücke sind es, welche als Meteorite endlich zur Erde gelangen. Dass andere Meteoriten namentlich die Meteoreisenmassen und die kohligen eine teilweise andere Entstehung

gehabt haben müssen, ist nicht zweifelhaft; sie mögen einen ruhigeren Prozess an der Oberfläche des Himmelskörpers durchgemacht und nur das mit den steinigen Meteoriten gemein haben, dass sich z. Th. dasselbe Material an ihrer Zusammensetzung beteiligte, wenn auch in geringerer Menge und dass sie auf gleiche Weise zerstückelt und abgeschleudert wurden.

Ich begegne z. Th. ähnlichen Ansichten, zu welchen mich das Studium der Chondrite geführt hat, auch bei Sorby, welcher dieselben schon früher in die Aufsätze: „On the Physical History of Meteorites“¹⁴ angedeutet hat.

Ich füge diesen Bemerkungen noch einige Beobachtungsergebnisse hinzu, welche ich an den kohligen Meteoriten von Bokkeveld und Kaba erhalten habe. Das Material hierfür verdanke ich der besonderen Güte des Hm. Prof. Tschermak in Wien. Ich hoffte durch Dünnschliffe vielleicht eine Spur organischer Struktur in dem kohligen Bestandteile zu entdecken. In dem Meteorit von Bokkeveld, von den Dünnschliffen sehr schwierig und immer nur in der beschränkten Weise herzustellen sind, dass die kohligen Parthien nur hier und da durchscheinend werden, sieht man eine Menge kleiner, besonders scharfeckiger, wasserheller Mineralsplitterchen in der kohligen Hauptmasse eingebettet. I. p. L. zeigen diese Mineraltrümmerchen lebhaft bunte Farben und scheinen sich überhaupt wie die Bestandteile der Chondrite zu verhalten. Die kohlige Substanz, wo sie durchscheinend ist, besitzt jenes häutige oder feinkörnige Gefüge, wie man es sonst auch bei kohligen Substanzen trifft. Stückchen, welche ich während einiger Tage mit chlorsaurem Kali und Salpetersäure in der Kälte behandelte, entfärbten sich vollständig und wurden sehr weich. Mit Kanadabalsam getränkt gestatteten sie die Herstellung von Dünnschliffen, in welchen nunmehr die Mineralsplitterchen z. Th. trübe und undurchsichtig sich zeigen (wahrscheinlich zersetzter Olivin), z. Th. aber wasserhell geblieben sind (wahrscheinlich Augit-artige Beimengungen), während die kohlige Hauptmasse sich teilte in eine vollständig durchsichtige Masse und in zwischen diese eingebetteten dunkleren Flecke und Wölkchen. Die durchsichtigen Teile lassen dieselbe membranöskörnige Struktur erkennen, wie bei dem durchscheinenden Parthien der nicht behandelten Dünnschliffe. Von Andeutungen organischer Struktur konnte auch nach dieser Behandlung nichts entdeckt werden.

Der kohlige Meteorit von Kaba ist ungleich härter. In den Dünnschliffen beobachtet man sehr zahlreiche hell-Mineralteilchen, fast alle von kreisrunden Durchschnitten, also wahrscheinlich Chondren entsprechend, jedoch, soweit mein Material erkennen ließ, ohne Faserstruktur. Sie bestehen vielmehr gleichsam aus einem Aggregat von wasserhellen Körnchen, zwischen welchen gewöhnlich undurchsichtige Streifchen verlaufen. Dergleichen schwarze, vielleicht kohlige Linien und Flecken erscheinen meist auch in konzentrischer Anordnung in den Kügelchen und um diese herum. Die helle Mineralsubstanz zeigt i. p. L. bunte Farben. Der Einwirkung von chlorsaurem Kali und Salpetersäure leistet dieser Meteorit Widerstand, er entfärbt sich nur wenig, da-

¹⁴The geological Magazin, II. 1865 S. 447.

gegen werden bei dieser Behandlung die Kügelchen in Folge erlittener Zersetzung trüb und undurchsichtig, was mit einiger Wahrscheinlichkeit auf ihre Olivinnatur zu deuten sein wird. Von organischer Struktur ist unter diesen Umständen auch bei diesen kohligen Meteoriten nichts zu sehen. Vielleicht gelingt es dennoch unter Anwendung des oben angeführten Entfärbungsmittels bei reichlicherem Material oder an anderen kohligen Meteoriten die Anwesenheit organischer Wesen auf außerirdischen Himmelskörpern nachzuweisen.