

Zwei neue Kriterien für die Orientirung der Meteoriten.

Von Eduard Döll.

Mit vier Lichtdrucktafeln (Nr. VI—IX).

Nach Haidinger¹⁾ haben manche Meteoriten während ihres Zuges durch die Atmosphäre eine unveränderte Lage gegen ihre Bahn, so dass an ihnen eine Vorder- und Hinterseite zu unterscheiden ist, oder Brust und Rücken. Dabei wird von den mit planetarischer Geschwindigkeit vorwärts eilenden Meteoriten die Luft vor der Brust zusammengepresst und glühend heiss, während an den Rücken sich ein luftleerer oder wenigstens sehr luftverdünnter Raum anschliesst. Entsprechend diesen verschiedenen Zuständen sind auch die Einwirkungen, welche Brust und Rücken so orientirter Meteoriten von dem umgebenden Mittel erfahren, verschieden. Jeder solche Meteorit bringt darum deutliche Anzeichen mit, aus welchen auf dessen früher eingehaltene Lage, die Orientirung, geschlossen werden kann. Zwei dieser Merkmale, die rundlichen Vertiefungen und die glänzende, öfters irisirende Rinde, welche stets nur auf der Rückseite auftritt, bilden den Gegenstand der vorliegenden Mittheilung. Der dabei eingehaltene Gang ist, dass 1. eine historisch-kritische Uebersicht über die bisher erkannten Merkmale für die Orientirung gegeben wird, woran sich 2. die Erörterung über die oberwähnten zwei Merkmale reiht. Den Schluss macht 3. die Beschreibung von zwei ausgezeichneten Steinen des Falles von Moes, welche als Belegstücke für die gegebene Darstellung dienen sollen.

I. Merkmale für die Orientirung.

Fast alle zur Orientirung der Meteoriten gebrauchten Eigenthümlichkeiten sind schon von Schreibers²⁾ an den Meteoriten von

¹⁾ W. Haidinger, Eine Leitform der Meteoriten. Wien, Sitzungsberichte d. k. Akad. d. Wissensch. 40, 525, 1860.

²⁾ C. v. Schreibers, Beschreibung der mährischen Meteorsteine. Gilbert's Annal. 31, 23—78, 1809.

Stannern beschrieben worden. Schreibers erkannte auch, dass ein Zusammenhang zwischen der Beschaffenheit der Oberfläche und der Rinde mit der Form der Flächen vorhanden ist, „indem sich mehrere Abarten derselben stets nur auf Flächen von einerlei Beschaffenheit zu finden pflegen“, wie er sich ausdrückte. Die Ursache dieser Erscheinung fand jedoch Schreibers nicht.

Näher kam der Sache Fleuriau de Bellevue¹⁾, der an den Meteorsteinen von Jonzac Säume (rebords) bemerkte, gleich denen, welche Schreibers von den Meteoriten von Stannern beschrieben hatte. Bellevue schloss aber auch daraus, dass diese Säume auf eine feste Lage hinweisen, welche der Meteorit bei der Entstehung der Rinde gehabt, so dass unter dem Einflusse des Luftwiderstandes bei der Bewegung die Rinde von der Vorderseite nach hinten abfloss. Und bei Gelegenheit der von ihm auf der Hinterseite beobachteten Schmelzfäden sagte er²⁾, „dass der seitliche Druck, hervorgebracht durch das Zurückdrängen der Luft in den leeren Raum, welcher hinter dem Meteore bestand, die Fasern von allen Seiten andrückte“.

Trotz dieser ganz richtigen Auffassung folgerte jedoch Bellevue daraus nicht weiter die Orientirung der Meteoriten in ihrer kosmischen Bahn, sondern erklärte diese Erscheinungen damit, dass die Meteoriten feste, von einer Feuerkugel umgebene Körper sind, welche zerspringen, wobei die Bruchstücke in fester Lage durch die Feuerkugel geschleudert werden, welche dieselben überrindet.³⁾

Erst Haidinger wurde durch die Rindensäume, wie sie ein Meteorit von Stannern zeigte, zur Entdeckung der schon oben charakterisirten Orientirung geführt.

Die seither zur Orientirung gebrauchten Merkmale sind: 1. Rindensäume, 2. die Form der Oberfläche, 3. Vertiefungen auf den Flächen, 4. von der Rückenfläche aufgenommene kleine Meteoriten nebst Schmelzfäden und Tropfen, 5. Driftströmungen und 6. Verschiedenheiten in Farbe und Glanz der Rinde.

Andere Eigenthümlichkeiten der Brust oder des Rückens finden sich nur nebenbei erwähnt und sind noch wenig geprüft. Dazu gehören die von Bellevue⁴⁾ an der Rinde der Vorderseite der Jonzac-Steine mit der Loupe wahrgenommene Milleporenstructur, dann die verschiedene Dicke der Rinde, welche Bellevue auf der Rückseite derselben Meteoriten dicker fand, während nach Daubrée⁵⁾ die Steine von

¹⁾ Fl. de Bellevue, Mémoire sur les pierres météoriques et notamment sur celles tombées près de Jonzac, au mois de juin 1819. Extrait du Journal de Physique, février 1821.

²⁾ l. c. 8. „que la pression latérale, produite par le refoulement de l'air dans le vide qui existait sur cette grande face, y a fait de tous côtés ces flamens.“

³⁾ l. c. 18—21, wo es noch heisst: „A l'instant même, quand le produit de la fusion de leurs faces devient aussi liquide que paroit l'avoir été celui des météorites de Jonzac, ce produit éprouve, de la résistance de l'air voisin de la flamme, un refoulement qui fait naître sa division en sillons divergens sur toutes les faces antérieures, ainsi que des ourlets, des rebords et des flamens qui se replient sur cette grand face.“

⁴⁾ l. c. „Le vernis des faces sillonnées, vu avec une forte loupe, paroit criblé de très petits trous, comme une millepore.“

⁵⁾ M. Daubrée, Complément d'observations sur la chute des météorites qui a eu lieu le 14 mai 1864 aux environs d'Orgueil.

Orgueil auf der Brust die stärkere Ueberrindung haben, was auch G. vom Rath¹⁾ von den Pultusksteinen angibt und nach Tschermak²⁾ an dem Meteoriten von Tieschitz die Rinde der Brust dünner ist. Ebenso gehören hierher die von Haidinger an dem Meteoriten von Gross-Divina beobachteten Absprengungen der Rinde nebst den von dem Berichterstatter³⁾ und Tschermak⁴⁾ von den Mocser Steinen beschriebenen rundlichen Aussprengungen.

Die Entwicklung, welche die Kenntniss von den unter 1—6 aufgeführten Merkmalen genommen, war folgende:

I. Rindensäume.

Dieses auffälligste aller Merkmale brachte Haidinger⁵⁾ zur Annahme der Orientierung. Von dem in seiner Abhandlung abgebildeten Meteoriten von Stannern sagt er: „Der abgebildete Stein fuhr deutlich in der Richtung von A nach B durch die Atmosphäre. Rundherum sieht man an der glänzenden Rinde den überragenden Wulst bei C C'“ (l. c. 527, Separatabdr. 5). Und weiter unten heisst es: „Was aber dem abgebildeten Meteoriten ein besonderes Interesse verleiht, ist, dass man aus seiner Form und Lage der Rinde, des Wulstes C-C' insbesondere entnimmt, dass die geaderte Fläche während der raschen Fahrt durch die Atmosphäre im Raume vorangegangen ist, dass sie die Fläche des Kopfes gebildet hat (l. c. 529, Separatabdr. 7).

Die gleiche Betrachtung knüpft Haidinger⁶⁾ an die Beschreibung eines zweiten Steines desselben Fallortes in einer späteren Publikation. Hier steht jedoch statt Randwulst Schmelzrindengrat, statt Kopf und Rücken Brust und Rücken (l. c. 791, Separatabdr. 1). Es sind das Ausdrücke, welche von nun an Haidinger fast ausnahmslos verwendet, selten schreibt er Rindensäume. Gleichwohl ist dies schon von Schreibers gebrauchte Wort bezeichnender als Schmelzrindengrat, weshalb es auch festgehalten zu werden verdient.

Die an den kohligen Meteoriten von Orgueil vorkommenden Rindensäume hat Daubrée zur Orientierung benützt, jene an den Steinen von Pultusk und Mocser auftretenden G. vom Rath und Tschermak. An den Mocser Steinen sind: „ringsherum im Sinne eines grössten Kreises verlaufende Schlackensäume, oder endlich an scharfen Kanten auf einer Seite schwache Anhäufungen oder Ueberwallungen feinschaumiger Schmelze“, wie Tschermak sehr treffend sagt (l. c. 199, Separ. 5).

¹⁾ G. vom Rath, Ueber die Meteoriten von Pultusk im Königreiche Polen, gefallen am 30. Jänner 1868. 38.

²⁾ A. Makowsky und Tschermak, Bericht über den Meteoritenfall bei Tieschitz in Mähren. Wien, Denkschriften der k. Akad. d. Wissensch. 39. 194. Separatabdr. 10. 1878.

³⁾ Die Meteorsteine von Mocser. Sitzung der k. k. geolog. Reichsanstalt, 27. März 1882. Jahrbuch 32, 425, Separatabdr. 3.

⁴⁾ Tschermak, Ueber die Meteoriten von Mocser, Wiener Ak. Sitzung am 30. März 1882 Sitzungsbericht 85, 198, Separatabdr. 5, 1882.

⁵⁾ W. Haidinger, Eine Leitform der Meteoriten. Wiener Akad. Sitzungsber. 40, 526—536, Separatabdr. 3—14, 1860.

⁶⁾ W. Haidinger, Stannern, Ein zweiter Meteorstein, durch seine Rinde genau in seiner kosmischen Bahn orientirt. Wiener Akad. Sitzungsber. 45, 791, 1862.

Dass auch bei Eisen-Meteoriten Schmelzsäume vorkommen, beweist das im k. k. naturhistorischen Hofmuseum hier befindliche, 52 Kilo schwere Stück des Glorietta-Eisens. Nach Brezina's¹⁾ Bericht hierüber geben von der Stirnseite „breite Eisenstriemen wie die Büschel eines gescheitelten Haupthaars auseinander, aber auch auf die Rückseite hat, wenn auch schwächer, die Eisendrift hinübergeschlagen, wie an einzelnen, namentlich über die erhöhten Partien hingelagerten Striemen zu ersehen ist“.

2. Form der Oberfläche.

Gleich im Anschlusse an die Rindensäume bemerkte Haidinger: „dass der betreffende Stein auf der Seite, von welcher er herkam, noch scharfe Kanten erkennen lässt, die aber auf der der Bewegung nach vorderen Fläche mehr abgerundet erscheinen, weil sie mehr abgeschmolzen sind und gegen die Rückseite verblasen würden“ (Leitform. 528, Separatabdr. 5). In seiner Abhandlung „Ueber die Natur der Meteoriten“²⁾ jedoch ist die Vorderseite „stets mehr uneben und rauh“, ein Irrthum, der aber nicht lange anhielt, denn schon bei dem Meteoreisen von Sarepta sagt er: „Die Brustfläche hat den Charakter einer sanft abfallenden Rundung, ähnlich einer Kugelfläche.“

Und vollends bei der Beschreibung des Meteoriten von Goalpara spricht Haidinger gelegentlich der Verbesserung seines obigen Versehens: „Dass die im kosmischen Zuge durch die Atmosphäre voranstehende Seite des Meteoriten die Spuren der Abrundung an sich tragen muss, während die entgegengesetzte Seite mehr von der Einwirkung bewahrt bleibt.“ Es ist also die Brust gewölbt, mit mehr oder weniger abgerundeten Kanten, oft sogar kugelförmig gekrümmt. Der Rücken trägt den Charakter einer Bruchfläche, ist oft eben, selbst concav, die Kanten sind hier scharf oder doch wenig gerundet.

3. Vertiefungen auf den Flächen.

In der „Leitform“ kam auch bereits dieses Merkmal zur Verwendung. Die an dem Meteorsteine von Gross-Divina sichtbaren rundlichen Vertiefungen sah Haidinger als durch Flammenspitzen ausgeschmolzen an, welche auf den Rücken des Meteoriten zurückgeschlagen haben, aus der „den kalten Stein umgebenden Feuerkugel, deren flammenartige Spitzen in sich selbst zurückkehrend, so wie man den Raum unmittelbar hinter dem Steine in höchster Luftverdünnung sich denken kann, gerade die günstige Lage zur Abschmelzung der Oberfläche in gerundeten, hohlen Angriffspunkten besitzen“ (l. c. 532, Separatabdr. 10). In der schon genannten Schrift „Ueber die Natur der Meteoriten“ werden die rundlichen Vertiefungen

¹⁾ Ar. Brezina, Neue Meteoriten. Annalen des k. k. naturhistorischen Hofmuseums. 1, 2. Heft, 13.

²⁾ W. Haidinger, Ueber die Natur der Meteoriten in ihrer Zusammensetzung und Erscheinung. Wiener Ak. Sitzungsber. 43, 389–426, 1861, Cit. 405. — Das Meteor-eisen von Sarepta. W. Ak. Sitz. 43, 1862. Cit. Separatabdr. 5. — Der Meteorit von Goalpara etc. W. Ak. Sitz. 59, 1869, Cit. Separatabdr. 9.

sogar als erstes Merkmal angeführt. „Sie sind an den Meteoriten am besten ausgebildet auf der Seite, welche man als die Rückseite in dem Zuge durch die Atmosphäre ansehen kann,“ heisst es dort (l. c. 404, Separatabdr. 16).

Von dem Sarepta-Eisen sagt Haidinger: „Die Rückenfläche ist voll der tiefsten Abrundungen, so wie man sich selbe leicht unter der Voraussetzung gebildet denken kann, dass sie durch den Abbrand von den rückwärts zusammenschlagenden Flammenzungen entstehen (l. c. 404, Separatabdr. 6). Auf der Brust dieses Eisens wurden Vertiefungen von einem anderen Charakter bemerkt. Darin lag schon der Anfang zu der Correctur, wie sie später der Goalpara-Stein veranlasste. Dieses ausgezeichnete Exemplar eines orientirten Meteoriten hat auch auf der Brustseite Vertiefungen, so ganz verschieden von den „bekannten“ muscheligen Vertiefungen des Rückens. „Die mehr länglich, doch immer noch rundlich abgeschlossenen Vertiefungen machen den Eindruck, wie von örtlicher Stauung“, schreibt Haidinger (l. c. Separatabdr. 4) und fügt bei der gleich, kraft der eben gewonnenen Einsicht, an den Divinaer Meteoriten berichtigten Orientirung weiter aus, dass die zusammengepresste Luft tiefe Höhlungen ausfriesst, „wie ein fester Körper es vermöchte“ (l. c. Separatabdr. 10). Dabei citirt er Edlund, welcher in dem Berichte über den Meteorfall von Hesse diese Bezeichnung gebraucht hat.

Zweierlei durch die Luft auf der Oberfläche der Meteoriten veranlasste Vertiefungen gibt es demnach. Erstens solche, welche auf der Rückseite orientirter Meteoriten entstehen als das Resultat der durch rückschlagende Flammenzungen veranlassten Abschmelzung, dann aber auf der Brust durch Einbohrung hervorgerufene. Haidinger kam nicht mehr dazu, diese verschiedenen Arten der Vertiefungen schärfer zu charakterisiren und so zur Orientirung brauchbar zu machen; er starb ja schon 1871. Auch von anderer Seite ist dies nicht geschehen.

Für den Rücken charakteristische, muschelige Vertiefungen hat Daubrée bei den Meteoriten von Orgueil, v. Rath bei den Pultusksteinen und Tschermak von jenen bei Tieschitz und Mocs aufgeführt.

4. Von der Rückfläche aufgenommene kleine Meteoriten und Schmelzfäden.

Die wichtige Beobachtung von durch den Rücken aufgenommenen Meteoriten machte Haidinger an den von ihm abgebildeten zweiten Stein von Stannern und gab davon folgende Erklärung: „Sandkörnchen mit den grösseren Bruchstücken aus dem kosmischen Raume mit gleicher Geschwindigkeit anlangend, verlieren in dem Hohlraume, welcher innerhalb der die Meteoriten umschliessenden Feuerkugel vorhanden ist, ihre Geschwindigkeit nicht, wohl aber wird der grössere Meteorit selbst nach und nach in seinem Laufe gehemmt und dann kann er wohl und gerade auf seiner Rückfläche Alles aufsammeln, was sich hinter ihm befindet“ (l. c. 794).

Auch von den abgelagerten Schmelzfäden und Schmelztropfen sagt er: „Wie man sich vorstellen kann, dass sie beim Abschmelzen

der Rinde an den überstülpten Schmelzrinden-Graten durch die Gewalt des Luftwiderstandes abgerissen und in die Feuerkugel fortgeschleudert wurden, wo sie zwar sich dann von dem Steine trennen, aber da dieser fort und fort an Geschwindigkeit verliert, wieder von ihm aufgenommen werden“ (l. c. 794).

Da bei der Trennung der Meteorit mit planetarischer Geschwindigkeit vorwärts geht, die Schmelztropfen aber nach entgegengesetzter Richtung weggeschleudert werden, so ist selbst bei sehr verminderter Geschwindigkeit des Meteoriten eine derartige Wiederaufnahme nicht möglich. Sehr entsprechend ist für diesen Fall die Erklärung Bellevue's, welcher von den Schmelzfäden auf der Hinterseite der Jonzac-Steine annahm, dass dieselben durch die seitlich in das Vacuum einströmende Luft angedrückt wurden. Dafür spricht schon deren Anordnung. Sie wenden sich von dem Rande des Rückens gegen das Centrum¹⁾, also ganz gleich den Schmelzdriften auf der Rückseite mancher Meteoriten.

Für die Meteoritentheilchen jedoch, welche seither auch an einem Pultusk-Steine von G. vom Rath und an einem Meteoriten von Mocs von dem Berichterstatter gefunden worden sind, bleibt Haidinger's Ansicht in Geltung. Schmelzfäden und Tropfen beobachtete Tschermak an einem Steine von Mocs.

5. Drifterscheinungen.

Mit diesem Worte hat Tschermak in seiner Arbeit über die Meteoriten von Mocs sehr bezeichnend die feinen Schmelzgrate und Riefen genannt, welche öfter auf der Brust, sehr selten auf dem Rücken orientirter Steine wahrnehmbar sind und die Fortbewegung der Schmelztheilchen markiren, die auf der Brust von innen nach aussen, auf dem Rücken von den Rändern gegen das Centrum vor sich ging. Tschermak führt da auch Haidinger's Beobachtung einer solchen radialen Rippung an der Rückseite des Goalpara-Steines an (l. c. 202, Separatabdr. 8).

Haidinger's Darstellung charakterisirt so gut den auf der Schmelzoberfläche dieses Steines gleichfalls ausgedrückten Gegensatz von Brust und Rücken, dass dieselbe angeführt zu werden verdient. Derselbe sagt, der Rücken ist „vorzüglich von den Rändern her mit den zahlreichsten feinen Streifen bedeckt, und diese zeigen nicht den hin und wieder flechtwerk- oder netzartigen Charakter der Schmelzoberfläche der Brustseite, sondern sie sind viel gleichförmiger nebeneinander entwickelt“ (l. c. 198, Separatabdr. 4).

Zarte Linien, die vom Mittelpunkte der Brust gegen den Rand auslaufen, hat Haidinger auch zur Orientirung eines Knyahinya²⁾ Steines gebraucht.

¹⁾ l. c. 6. „On remarque aussi, çà et là, mais sur cette dernière face (grande face = Hinterseite), seulement, plusieurs filamens vitreux d'une forme conique et quelquefois en larmes, qui ont quatre à cinq lings et même jusqu'à un ponce de longueur, et dont la base touche pour l'ordinaire aux rebords ou bien se trouve de leur côté, quand ils en sont séparés; en sorte qu'ils sont couchés en se dirigeant de la circonférence vers le centre.“

²⁾ W. Haidinger, Der Meteorsteinfall am 9. Juni 1866 bei Knyahinya (zweiter Bericht), W. Akad. Sitzungsabdr. 25, Separatabdr. 25, 1866. — Licht, Wärme und Schall bei Meteoritenfällen. W. Akad. Sitzungsabdr. 53, 1868.

6. Farbe und Glanz der Rinde.

Dieses letzte Merkmal findet sich von Haidinger nicht verwendet. Wohl aber äussert er in „Licht, Wärme und Schall bei Meteoritenfällen“ entgegen Daubrée, welcher die glänzende, oft irisirende Rinde auf der Rückseite der Orgueil-Steine als Resultat einer allgemeinen Fritte ansieht, welche sich gleichmässig auf den ganzen Stein verbreitet und später bei Steigerung der Schmelzung von der Seite, welche die Luft berührt, von einer zweiten Rinde überflossen wurde, dass auch diese Verschiedenheiten, „welche sie zeigt, nur von der Lage der einzelnen Flächentheile des Meteoriten abhängig sind“ (l. c., Separatabdr. 19).

Vom Rath beschreibt von den Pultusk-Steinen röthlichbraune, mit fast metallartigem Glanze versehene Rinden, die keine deutlichen Schmelzgrate zeigen. „Ueber diesen rothen Schmelz ist ein zweiter, schwarzer, schimmernder geflossen, auf der Brustwölbung seinen Ursprung nehmend. Der schwarze Schmelz ist das Product einer höheren oder anhaltenderen Hitze, in Folge deren eine vollständigere Schmelzung des Steines erfolgte und namentlich eine reichlichere Menge des Eisens in die Schlacke trat“ (l. c. 141). Tschermak fand an den Steinen von Mocs auf dem Rücken eine braune bis kupferrothe, schwach glänzende Rinde (l. c. 198, Separatabdr. 4).

Es kommt also unzweifelhaft auch in der Farbe und dem Glanz der orientirten Steine das Verhältniss von Brust und Rücken zum Ausdruck. Einer Erörterung bedarf aber noch die Auffassung Daubrée's, nach welcher Glanz und Farbe des Rückens einer Rinde angehören, welche früher den ganzen Meteoriten umhüllte, die Rückseite also, da nur in Bezug auf die Erhaltung, nicht aber auf die Entstehung dieser Rinde von Einfluss gewesen wäre. Desgleichen wäre nachzuweisen, wie sich die rothbraune, glänzende, öfters auch irisirende Rinde auf der Rückseite, im Sinne Haidinger's als Folge der dort herrschenden Zustände ergibt.

II. Die rundlichen Vertiefungen, Farbe und Glanz der Rinde als Orientirungsmerkmale. (Eine Berichtigung.)

Aus dem unmittelbar Vorhergehenden ist zu ersehen, was noch bezüglich Farbe und Glanz klarzustellen ist. Ueberdies ergibt sich aus dem, was bei den rundlichen Vertiefungen angeführt ist, dass diese, bevor sie nicht genau charakterisirt worden, als Orientirungsmerkmale ganz unbrauchbar sind, ja sogar zu Fehlschlüssen führen können. Im Nachfolgenden ist nun der Versuch gemacht, sowohl betreffs der Farbe und des Glanzes, als auch bezüglich der Vertiefungen die Sache in's Reine zu bringen. Darauf bezieht sich der für die vorliegende Arbeit gewählte Titel: „Zwei neue Kriterien zur Orientirung der Meteoriten.“

Bei den Vertiefungen kommt es darauf an, zu zeigen, welche derselben auf der Rückseite, welche auf der Brust auftreten. Zu diesem Zwecke sind die Vertiefungen an vielen orientirten Meteoriten, sowie

an den Modellen solcher studirt worden, ausserdem wurden die Abbildungen und Beschreibungen, wie sie die Meteoritenliteratur enthält, in dieser Hinsicht ausführlich benützt.

Zuerst ist hervorzuheben, dass Vertiefungen auf der Brust viel seltener sind als jene des Rückens. Es gibt viele orientirte Meteoriten, welche wohl Vertiefungen auf dem Rücken, aber keine Spur der Vertiefungen der Brust haben. Darin mag auch theilweise der Grund liegen, warum so allgemein nur von Eindrücken gesprochen wird, worunter die Vertiefungen der Brust verstanden sind. Eine Ausnahme macht auch da der schon oft genannte Schreibers¹⁾, welcher die so verschiedenen Arten von Vertiefungen von den mährischen Meteorsteinen (Stannern) nicht nur unterschieden, sondern auch ihr Auftreten auf bestimmten Flächen erkannt hat. Schreibers sagte: „Diese Unebenheiten sind bald durch seichte, allmählig sich verlaufende, breite Eindrücke, wie durch Fingereindrücke in einer teigigen Masse, bald durch tiefere, rundere Eindrücke gebildet, welche beide von sanften, abgerundeten Erhabenheiten begrenzt werden; erstere finden sich meist nur auf ebenen und concaven, letztere stets nur auf convexen Flächen. Selten sind die wellenförmigen Unebenheiten, welche durch gehäufte, kleine, aber tiefere Eindrücke entstehen und von scharfen kantigen Erhabenheiten begrenzt werden“ (l. c.). Und an dem Steine von Wessely, gefallen am 9. September 1831, fand Schreibers²⁾ Vertiefungen, deren Beschreibung ganz auf jene der Brust passt. Dieselben sind „oval, länglich und verschiedentlich gestaltet, doch nie eckig, und 1, 2, bis 2¹/₂ Linien tief, aber meistens nur gegen eine Seite hin so tief, dies aber doch nicht in einer übereinstimmenden, im Gegentheil, oft in ganz entgegengesetzter Richtung, selbst auf einer und derselben Fläche, dabei gewöhnlich mit sehr schiefen Wänden und demnach sanft verlaufend, bisweilen aber auch gegen die eine tiefere Seite hin mit fast senkrecht aufsteigendem Rande in die Oberfläche übergehend. Nicht selten sind deren 2, 3 und noch mehrere in eine gemeinschaftliche, oft bedeutend grosse Vertiefung zusammengeflossen und nur am Grunde dieser durch einen schwächeren oder schärferen Rand von einander getrennt. Einige sind sehr enge und schmal und ziemlich scharf und tief gegen eine Seite hin, gleichsam wie von einem Fingernagel eingedrückt“ (l. c.).

Diese Beschreibungen sind so vortrefflich, dass nur wenig hinzuzusetzen ist. Fasst man das von Schreibers Gesagte mit dem sonst Gewonnenen zusammen, so erhält man das folgende Gesamtbild.

Für die Rückseite orientirter Meteoriten sind seichte, breite, allmählig sich verlaufende Eindrücke charakteristisch. Dieselben treten einzeln auf oder auch gehäuft, zuweilen werden die Flächen ganz von ihnen bedeckt.

Neben einander liegende Vertiefungen werden durch abgerundete Grate getrennt, die aber nie höher als das Niveau der angrenzenden

¹⁾ C. v. Schreibers, Beschreibung der mährischen Meteorsteine. Gilbert's Annalen. 31, 1809.

²⁾ Schreibers, Ueber den Meteorstein-Niederfall auf der Herrschaft Wessely in Mähren. Baumgartner's Zeitschrift für Physik. 1, 193, 1832.

Fläche sind. Solche Grate trennen auch die von der Mitte gegen den Rand zu liegenden Vertiefungen. Auf diese Art erhält eine mit solchen Vertiefungen bedeckte Fläche das Aussehen, als würden über sie flache Wellen hinziehen, deren langgestreckte Kämme fast parallel zu den Kanten der Brust sind, über welche herum sie der Luftstrom getroffen hat. Auf der 1. Tafel der Abbildungen des Meteoriten von Seres¹⁾, dann an der von Nathaniel Holmes²⁾ gegebenen Abbildung des Nebraska-Eisens, ferner an der Fig. 2 des Meteoriten von Gnadenfrei³⁾, welche Galle und v. Lasaulx ihrem Berichte über diesen Fall beigegeben haben und an anderen sind diese Vertiefungen sehr gut zu sehen, während sie an den durch Abguss erhaltenen Modellen leider nicht wiedergegeben werden.

Hörnes⁴⁾ hat bei Beschreibung des Meteorsteines von Ohaba diese muscheligen Eindrücke mit jenen verglichen, welche zuweilen schmelzende Eisklumpen zeigen. Wie passend dieser Vergleich ist, geht aus der Aeußerung Nordenskiöld's⁵⁾, des grossen Erforschers der nördlichen Polarregion, hervor, welcher solche Aushöhlungen „auch auf alten Eisbergen in der Baffinsbai angetroffen hat, die unter dem Einfluss der Wellen und der Atmosphärien genau dieselben Formen zeigten“ (l. c. 21). Ich möchte darum diese auf der Rückseite der orientirten Meteoriten durch den Rückschlag der Luft in das Vacuum der Feuerkugeln entstandenen Vertiefungen als Abschmelzungsvertiefungen bezeichnen.

Andere, kaum merkbare Vertiefungen des Rückens drücken den Zustand des Abschmelzens an solchen Orten aus, welche in Folge ihrer Lage von der eindringenden Luft nicht getroffen wurden. Durch die Hitze abgesprengte Rindenstücke hinterliessen hier Narben, welche wieder überrindet, sehr seichte, rundliche Vertiefungen von geringer Ausdehnung bilden.

Die Vertiefungen der Brust sind theils rundlich, theils verschieden muschelig gestreckt, selbst rillenartig.

Manche der rundlichen Vertiefungen stellen kreisrunde, flach vertiefte, schalenförmige Gruben vor. Das Sarepta-Eisen hat dergleichen, ebenso auch das Eisen von Charkas.⁶⁾ Andere sind trichterförmig, mit verschiedenen steil aufsteigenden Wänden. Wieder andere gleichen mehr oder weniger halbkreisförmigen Einbohrungen, deren steilere Seite gegen die Innenseite der Brust gekehrt ist, während sie gegen den Rand derselben flach ausgehen. Die Tiefe ist sehr verschieden. Nie aber haben sie scharfe oder gar erhabene Ränder, sondern alle gehen abgerundet in die Umgebung über. Ihrer Lage nach scheinen sie auf

¹⁾ Abbildung des 15 Pfund schweren Meteorsteines von Seres in Macedonien (gefallen im Juni 1818). Wien, Druck v. Anton Schweiger. 1832.

²⁾ Transact. Acad. Sci. St. Louis. Vol. I, Plate XXI.

³⁾ J. G. Galle und A. v. Lasaulx, Bericht über den Meteorsteinfall von Gnadenfrei am 7. Mai 1879. Berliner Akad. Monatsber. 31. Juli 1879, 750—771.

⁴⁾ M. Hörnes, Ueber den Meteorsteinfall bei Ohaba im Blasendorfer Bezirke in Siebenbürgen (1857). Wiener Akad. Sitzungsber. 31, 79—84, 1858.

⁵⁾ A. E. Freiherr v. Nordenskiöld, Ueber drei grosse Feuermeteore. Uebersetzt von G. v. Boguslawski. Zeitschrift d. deutsch. geol. Gesellsch. 1, 14—30. 1881.

⁶⁾ M. Daubrée, Note sur deux grosses masses de fer météorique du musée, ex particulièrement sur celle de Charcas (Mexique). Comptes rendus. 62, 633—640, 1866.

die Gegend beschränkt zu sein, welche der Mittelpunkt der grössten Pressung war.

Die langgestreckten, muscheligen Vertiefungen enden in gleicher Weise nach oben hin, sind ebenfalls verschieden tief, aber stets so gelagert, dass sie von innen nach aussen in radialer Richtung liegen, und immer sind sie gegen den Rand der Brust hin offen. Die Seitenwände sind meist ungleich ansteigend, an der steileren Seite treten hie und da, wie das auch bei den runden Vertiefungen zuweilen der Fall ist, förmliche Unterwaschungen auf. Selbst neben einander liegende Vertiefungen haben ihre Steilwände öfter nach entgegengesetzten Seiten gekehrt.

Reihen sich mehrere solcher Vertiefungen nebeneinander, so entstehen dazwischen Grate, welche vom Centrum gegen den Rand ziehen und nicht über das allgemeine Niveau hinausragen. Hintereinander liegende Vertiefungen sind nie durch Grate von einander getrennt, sondern das Ganze repräsentirt sich dann als eine Reihe nach aussen hin abfallender Mulden, die seitlich durch radial ausstrahlende Grate geschieden werden. Der für diese Art der Furchung gebrauchte Ausdruck „netzartig“ oder „maschenartig“ scheint darum nicht ganz richtig gewählt, besser wäre es zu sagen thalartig. Recht schön bringt dieses Verhältniss Göbel¹⁾ in seinen beiden Abbildungen des Karakol zur Anschauung. Gegen den Rand zu, besonders auf solchen Flächen, welche nach rückwärts stark geneigt sind, werden diese Vertiefungen öfter zu Rillen, wie das an den Modellen der Steine von Krähenberg, Goalpara, Middleborough und an dem von mir abgebildeten Steine von Mocs²⁾ zu sehen ist.

Die runden Vertiefungen sind durch Einbohren der vor der Brust zusammengepressten, glühenden Luft entstanden, während die radial gelagerten, langgestreckten durch Furchung der von innen nach aussen abgleitenden Luft gebildet wurden. Für beide wähle ich die Bezeichnung Erosionsvertiefungen, weil in beiden Fällen die Erosion der glühenden, stark gepressten Luft, unterstützt von den geschmolzenen Massentheilen, diesen Effect hervorgebracht hat.

Auch möchte ich vorschlagen, das von Daubrée für die Vertiefungen der Meteoriten überhaupt gebildete Wort „Piezoglypten“ als gleichbedeutend für die Erosionsvertiefungen zu gebrauchen.

Eine kurze Bemerkung ist noch den Ansichten zu widmen, nach welchen die Erosionsvertiefungen durch Fortbewegung fester Theile in der oberflächlich geschmolzenen Masse der Brust entstanden sind, oder durch Sprünge veranlasst wurden. Die erstere Ansicht ist widerlegt durch die Thatsache, dass diese Vertiefungen nicht von das benachbarte Relief überragenden Rändern begrenzt werden, was der Fall sein müsste, wenn dieselben durch Fortbewegen fester Theile in eine

¹⁾ Ad. Göbel, Kritische Uebersicht der in dem Besitze der kaiserl. Akad. d. Wissensch. befindlichen Aerolithen. Bulletin de l'Académie. Petersburg 1866.

²⁾ Die Meteorsteine von Mocs. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt. 32, 1882, Abbildung 32.

geschmolzene Masse gebildet worden wären. Der zweiten Ansicht steht die radiale Anordnung der Vertiefungen entgegen; solche, von einem Mittelpunkte nach allen Richtungen ausstrahlende Sprünge kennt man bei Meteoriten nicht. Jedoch soll keineswegs gelugnet werden, dass auch Aussprengungen manche Vertiefungen hervorgerufen oder modificirt haben; es werden sogar in dieser Hinsicht noch die übrigen Vertiefungen, welche auf Meteoriten vorkommen, von Fall zu Fall in Betracht zu ziehen sein. Hier kam es darauf an, zu zeigen, dass auf der Brust und dem Rücken, entsprechend der verschiedenen Einwirkung der umgebenden Luft, verschiedene Vertiefungen entstehen. So viel über die Vertiefungen.

Die rothe Farbe, der Glanz und das Irisiren der Rinde auf der Rückseite betreffend, ist zunächst Daubrée's¹⁾ Ansicht zu erwägen, dass diese Rinde nur der Rest einer anfänglich über den ganzen Stein ausgebreitet gewesenen Rinde ist, welche dann auf der Brust durch die bei stärkerer Hitze entstandene, schwarze Rinde überdeckt wurde, während sie sich theilweise auf dem Rücken erhielt. Haidinger²⁾ hat schon Einwendungen gegen diese Auffassung gemacht. Eine entscheidende Thatsache scheint es aber zu sein, dass diese so beschaffene Rinde öfter auch über den Abschmelzungsvertiefungen liegt. Wäre Daubrée's Annahme richtig, so müssten demnach diese Vertiefungen, gleichzeitig mit dieser Rinde den ganzen Stein überdeckend, gebildet worden sein, sie müssten also auch auf der Brust orientirter Steine erscheinen, falls sie nicht abgeschliffen wurden. Nun gibt es aber Meteoriten mit wohl erhaltener Brust, welche keine Spur von dergleichen Vertiefungen darauf wahrnehmen lassen, während diese auf der Rückseite in ausgezeichneter Weise vorhanden sind. Es wird darum mit Haidinger anzunehmen sein, dass genannte Rinde das Resultat der auf der Rückseite obwaltenden Verhältnisse ist.

Die Hitze ist auf der Rückseite niedriger, als auf der Brust, und G. vom Rath hat gezeigt, dass die rothbraune Rinde bei geringerer Hitze entsteht. Ferner wird nach dem von Brezina³⁾ geführten Nachweis der bloß oberflächlichen Schmelzung der Rinde sofort klar, wie dieses Schmelzhäutchen auf der Brust von dem abgleitenden, stark gepressten Luftstrom abgeseuert werden muss, während es auf der Rückseite, selbst wenn sie da von den rückschlagenden Flammzungen getroffen wird, erhalten bleibt. Die irisirende Rinde endlich ist die Folge des auf der Rückseite herrschenden Vacuums. Sie bedeckt immer nur kleine Partien an solchen Stellen, wohin keine Luft kam. Es geschah hier, was, wie jedem Töpfer bekannt ist, mit der Glasur des Geschirres geschieht, wenn bei dem Brennen der nöthige Luftzug fehlt. Dieselbe wird irisirend, sie erstickt, wie der technische Ausdruck dafür lautet.

¹⁾ Daubrée, Orgueil. 7.

²⁾ Haidinger, Licht, Wärme und Schall bei Meteoritenfällen. 19.

³⁾ Dr. Aristides Brezina, Bericht über neue oder wenig bekannte Meteorite. M o c s, Wiener Akad. Sitzungsber. 85, 341—342 (Separatabdr. 7—8), 1882.

III. Beschreibung zweier Meteoriten von Mocs.

Als Belege für die gegebenen Darstellungen sind zwei Meteoriten von Mocs aus der Sammlung des Herrn Eggerth ausgewählt. Herr Carl Eggerth, ein Wiener Bürger, der über 1500 Steine von diesem reichen Falle erworben hat, erlaubte mir mit grösster Liberalität das Studium dieser höchst lehrreichen Stücke und auch die Abbildung der hier dargestellten Exemplare, wofür ich ihm, sowie für so manche andere Förderung meiner Arbeiten zu grossem Danke verpflichtet bleibe.

Beide Steine sind in natürlicher Grösse abgebildet. Von dem grösseren Steine, im Gewicht von 1545 Gramm, gibt Tafel VI (I) die Brust, Tafel VII (II) den Rücken, und Tafel VIII (III) zwei Seitenansichten, während auf Tafel IX (IV) oben derselbe so gewendet ist, um die mit 13 bezeichnete Fläche sehen zu lassen. Von dem kleineren Steine (Gewicht 348 Gramm) ist auf Tafel IX (IV) unten links die Brust und rechts der Rücken dargestellt.

Der grössere Stein hat die Form eines dicken Schildes. Die Brust zeigt fünf Flächen, von welchen die Fläche 1 fast eben ist, während die übrigen, 2, 6, 7 und 12, besonders die mit 6 bezeichnete, sanfte Biegungen haben. Die Kanten zwischen diesen Flächen sind ziemlich abgerundet, doch noch deutlich zu erkennen. Einbohrungen sind fünf vorhanden und sämmtlich um die Ränder der Fläche 1 gelegen, die grösste nahe dem höchsten Punkte des Schildes. Weil in dieser am Grunde der Rest eines ausgeschmolzenen Troilitkornes zu sehen ist, könnte man der Meinung sein, dieses Korn sei die Ursache dieser Vertiefung. Erwägt man jedoch, dass an dem Steine von Gross-Divina eine solche Einbohrung die gleiche Lage hat und ebenso an dem schon erwähnten Steine von Mocs¹⁾, ferner auch die Meteoriten von Goalpara, Krähenberg, Middlesborough am höchsten Theile der Brust keine Einbohrungen zeigen, zunächst davon aber welche beginnen, so wird klar, dass diese Anordnung nur eine Folge der besonderen Einwirkung ist, welche die zusammengepresste Luft auf die Brust ausübt. Der vorliegende Stein stellt das erste Stadium der Einbohrung dar, wie auch der von Fleuriau de Bellevue abgebildete grosse Jonzac-Stein, welcher gar nur eine solche Vertiefung nahe dem Buckel hat. Auch ein von G. v. Rath abgebildeter Meteorit von Pultusk (l. c. Abbild. 2a) und ein Stein von Hesse²⁾ zeigen eine solche Vertiefung nahe dem höchsten Theile der Brust.

Die radiale Drift ist auf allen Flächen der Brust zu sehen. Die Bezeichnung radial wird aber hier nur in dem Sinne gebraucht, als damit ausgedrückt werden soll, dass die Schmelzstreifen von dem Innern der Brustfläche gegen deren Peripherie gerichtet sind. Von einem Mittelpunkte gehen sie, wie ein Blick auf die Abbildung erkennen lässt, nicht aus. Sie sind von verschiedener Deutlichkeit, wenig deutlich auf

¹⁾ Die Meteorsteine von Mocs. Fig. 32.

²⁾ A. E. Nordenskiöld, Meteorsteinfall wie Hesse. K. Svenska Vetensk. Ak. Handb. Stockholm. 1870, 8 (Abbildung 5).

der Fläche 7, am wenigsten auf der Fläche 2. Unterbrechungen derselben durch hervorragende Eisenkörnchen treten häufig auf.

Die Farbe ist matt schwarz, nur hie und da durch noch vorhandene Schüppchen des abgescheuerten Schmelzes schimmernd. Haarrisse sind besonders auf den Flächen 2 und 7 vorhanden, am meisten auf 7, was ganz entsprechend der geringeren Dicke ist, welche der Meteorit an dieser Stelle hat. Bei der plötzlichen Abkühlung, welcher die Meteoriten am Ende ihrer kosmischen Bahn ausgesetzt sind, muss sich dieselbe auch am stärksten an den dünneren Stellen der Steine äussern.

So deutlich die Brustseite an diesem schönen Steine charakterisirt ist, erscheint auch der Rücken desselben, welcher Tafel VII (II) dargestellt ist. Zunächst fällt hier die Ebenheit der zur Linken gelegenen Flächen 3 und 5 auf, gegenüber den zur Rechten liegenden Flächen 9, 10 und 11, welche mit den Abschmelzungsvertiefungen dicht bedeckt sind. Die an der Vorderfläche 6 ableitenden Luftströme sind hier an dem von ihnen ausgefressenen Rand herum theilweise eingedrungen, oder, besser gesagt, zurückgeschlagen worden, wie die auf diesen Flächen von dem Rande her abgelagerte Schmelzsubstanz beweist, welche deutlich in linienförmige Streifen angeordnet ist. Auch über die Flächen 8 und 4 gehen solche Driften gegen die Fläche 9. Von der Fläche 4 reicht die Drift auch über einen Theil der Fläche 3, welche sonst von dem Rande zwischen ihr und der Brustfläche 1, dann von der Fläche 5 her Schmelz aufgelagert hat, jedoch nicht mehr in Driftform. Gegen die Kante zwischen 3 und 9 ist kein Schmelz mehr, die Rinde ist hier glänzend und fast kupferroth. Auf diese Weise entsteht ein centrales, mit glänzender Rinde bedecktes Feld, das sich von der mit rauhem, matten Schmelz bedeckten Umgebung deutlich abhebt. Die auf der Tafel IX (IV) dargestellten Flächen 5 und 13 haben eine, von vorragenden Eisenkörnchen herrührende, höckerige Oberfläche, die Rinde ist mattschwarz. Hier ist auch nach vorn und unten eine Abbruchkante zwischen den Flächen 1 und 3 zu sehen.¹⁾ Darnach war die genauere Orientirung dieses Steines die, dass die Fläche 1 senkrecht stand auf der Richtung der Bahn.

Weiter wäre noch hervorzuheben der kleinernartige Charakter der Fläche 3 und der scharfe Rand, welchen zwei Abschmelzungsvertiefungen auf der Fläche 9 zeigen. Dieser scheint durch eine hier zu Tage tretende Ablösungsfläche bedingt zu sein. In Bezug auf die Rotation dieses Steines ist zu sagen, dass eine solche jedenfalls vorhanden war. Abgesehen von der ungleichen Vertheilung der Masse, welche bei der so festen Orientirung nothwendigerweise die Rotation voraussetzt, sprechen auch dafür die Einbohrungen auf der Brust.

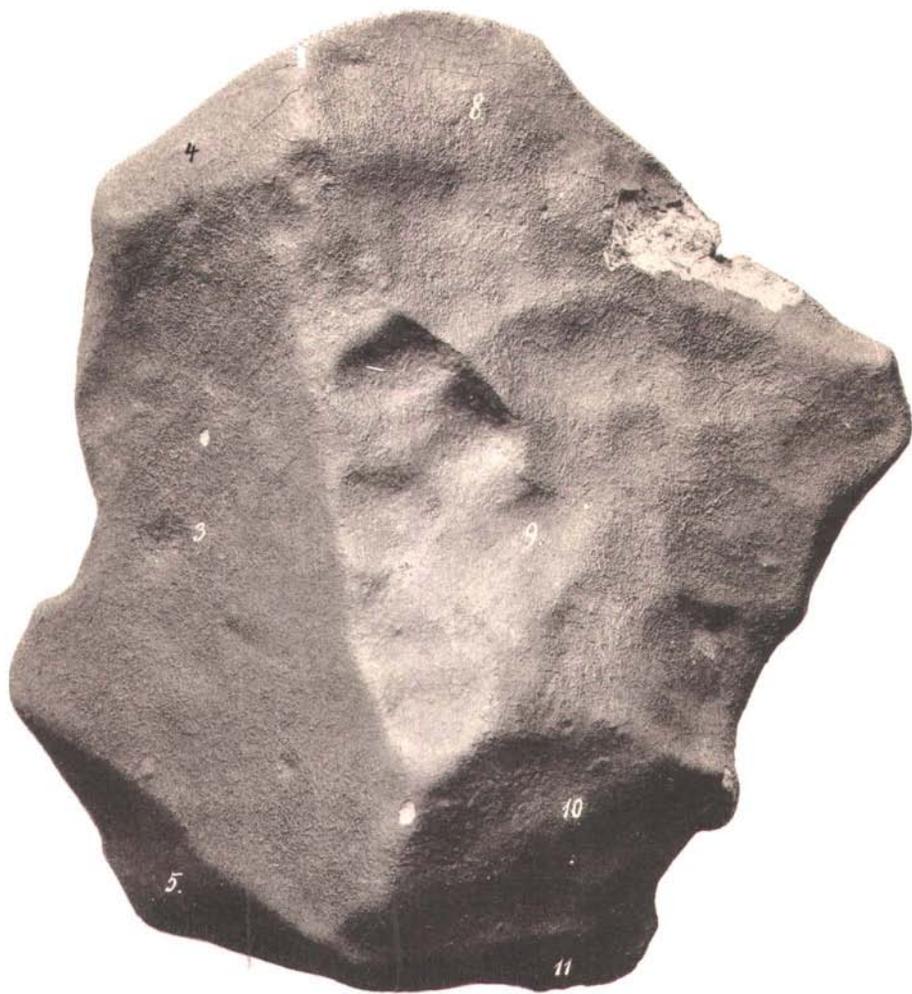
Der zweite Stein hat eine Brustfläche 1, welche eine ältere Ueberrindung hat, fast parallel zu ihr ist der Rücken 6, an dem noch die nicht durch Abschmelzen verwischten Unebenheiten einer neuen Bruchfläche zu sehen sind. Fast den gleichen Charakter haben die Flanken 2, 3, 4, 5, Brust und Flanken sind mattschwarz, der Rücken theilweise braunschwarz, und zwar zunächst an den Rändern, über

¹⁾ Siehe auch Tafel VIII (III), Fig. rechts.

welche ein Schmelzsaum sich legt, während die untere Partie irisirt, dort wo das Fehlen dieses Saumes, es ist dies an den Kanten zwischen 6 und 5 und zwischen 6 und 4, beweist, dass an diesen Stellen ein Zuströmen von Luft nicht stattfand. Die Flächen 4 und 5 stehen auf der Brust fast normal. Es ist dieser Stein ausserdem ein sprechender Beleg für die von dem Berichterstatter auch sonst an gut orientirten Steinen beobachtete Erscheinung, dass aus der von der Brust abströmenden Luft in dem Falle, wo die Richtung der Strömung parallel zur Bahn des Steines ging, kein oder doch nur ein sehr schwaches Rückschlagen in das Vacuum erfolgte.



Lichtdruck von Jaffé & Albert, Wien.



Lichtdruck von Jaffé & Albert, Wien.



Lichtdruck von Jaffé & Albert, Wien.



Lichtdruck von Jaffé & Albert, Wien.