

Übereinstimmendes in den Formen der Meteoriten.

Von

Friedrich Berwerth.

Mit 2 Tafeln (Nr. XX und XXI).

Das physiognomische Bild der Meteoritenformen habe ich in mehreren Aufsätzen¹⁾ gezeichnet und versucht, aus der Vielheit der Formen das herauszufinden, was ihnen gemeinsam ist. Aus diesen vergleichenden Studien hat sich ergeben, daß bei aller Mannigfaltigkeit der Bruchstückformen und Vielseitigkeit der modellierenden und nivellierenden Tätigkeit der Abschmelzung in der Atmosphäre das Gemeinsame aller Formen darin zu finden ist, daß ihr äußerer Ausdruck das Produkt des Übereinkommens zwischen der ursprünglichen voraerischen Beschaffenheit der Oberfläche und der Zeitdauer der atmosphärischen Abschmelzung ist.

Neue Gesichtspunkte haben sich mir seit den älteren Darstellungen nicht ergeben. Es scheint mir aber sehr geboten, das mit einer Ausnahme nur in Worten entworfene Bild der Physiognomie der Meteoriten nicht ganz allein der Einbildungskraft der Leser zu überlassen und das Typische in den meteorischen Stein- und Eisenformen auch durch reelle Bilder zu veranschaulichen.

Unter Zurückstellung aller nebenher laufenden Begleiterscheinungen habe ich mich auf den angehefteten Tafeln XX und XXI auf die bildliche Wiedergabe einer «Formenreihe» des Mócser Steinfalles und des «Quesatypus» unter den Eisen beschränkt.

Eine Illustrierung der zufällig aufgefundenen klumpig geformten Meteoreisen bietet nur in Ausnahmefällen eine wissenschaftliche Ausbeute, da ja ihr Äußeres das Werk der Verwitterung, Sanderosion oder chemischer Korrosion ist, welchen Einflüssen die meisten Eisenstücke bis zu vielen Jahrhunderten lang im Erdboden ausgesetzt waren.

Tafel XX zeigt in gedrängter Übersicht, was die Steine an «Regelmäßigkeiten», und die Tafel XXI, was die Eisen an «Gesetzmäßigkeiten» an sich tragen. Bei Nebeneinanderstellung aller Meteoritenformen muß notwendigerweise zwischen den Stein- und Eisenformen eine Scheidung vorgenommen werden, da ja die Eisen als Kristallgebilde uns Trennungsgestalten mit gesetzmäßigen Flächen, Kanten und Ecken liefern können,

¹⁾ F. Berwerth: Etwas über die Gestalt und die Oberfläche der Meteoriten. (Festschrift des naturwiss. Ver. a. d. Universität Wien, 1907, p. 29—40.)

— — Einige Bemerkungen über die Herleitung der Gruben und Grübchen auf der Oberfläche der Meteorsteine. (Tscherma's Min.-petr. Mitt., Bd. 25, 1907, p. 537—541.)

— — Das Meteoreisen von Quesa. (Ann. naturh. Hofmus., Bd. 23, 1909, p. 318—338.)

— — Oberflächenstudien an Meteoriten. (Tscherma's Min.-petr. Mitt., Bd. 29, 1910, p. 1—12.)

während die massiv gefügten Steine immer nur zufällig geformte polyedrische Stücke darstellen. Bezüglich der in der Atmosphäre erworbenen Schmelzerscheinungen bestehen zwischen beiden Meteoritenarten keine prinzipiellen Unterschiede.

Die Betrachtungen der Meteorsteinformen haben mich zur Aufstellung von «Formenreihen» geführt. Veranlassung gaben dazu vorerst die Beobachtungen, nach denen viele Steine desselben Falles ganz gerundete, geglättete Formen haben, also ganz entgegen der Anforderung der Piezoglyptentheorie Daubrées grubenlos sind, während andere Steine in verschiedenen Abstufungen gegrubte oder wellig gekräuselte Schmelzflächen tragen, womit stumpfe, schärfere und scharfe Kanten in Parallele stehen.

Meteorstücke der ersten grubenlosen Kategorie sind als unzerbrochene Steine durch die Atmosphäre gegangen. Während der ganzen Flugdauer ist ihre Oberfläche gleichmäßig abgeschmolzen worden, sie sind gewöhnlich ganz kantenlos und tragen meist gut abgeglättete konvexe oder konkave Flächen; man bezeichnet sie als Primärflächen. Die Gesteine der zweiten Kategorie mit gegrubten Flächen haben in der Atmosphäre mindestens eine Zersprengung erfahren und die neue junge Bruchfläche ist demgemäß gegenüber den glatten älteren Primärflächen uneben und gut gegrubt bis wellig und wir bezeichnen sie als Sekundärflächen. Das Auftreten von Primär- und Sekundärflächen an Meteorsteinen ist schon sehr frühzeitig erkannt worden, da das Erscheinen von zweierlei Flächen der gewöhnliche Fall ist.

Als ich dann zweite und dritte Bruchflächen am selben Stücke auffand, die als Tertiär- und Quartärflächen anzusprechen sind, setzte die «Formenreihe» neue Glieder an. Um Vielfaches dehnt sich eine solche «Formenreihe» weiter aus, wenn wir bedenken, daß während des Fluges durch unsere Luftschichte bei einem großen Steinregen in jedem Zeitintervall Zersprengungen stattfinden und ferner in der Reihe der Primär-, Sekundär-, Tertiär- und Quartärflächen ältere und jüngere solcher Flächen zu unterscheiden sind. Wenn man nun alle diese einzelnen Formen nach dem Alter ihrer Flächen in eine Reihe legt, so wird man im idealen Sinne alle Stücke eines reichen Steinfalles zu einer einzigen langen «Formenreihe» vereinigen können. An dem einen oberen Ende werden sich die knolligen Steine und am andern unteren Ende die kantigen Bruchstücke mit den jüngsten Bruchflächen ansammeln. Naturgemäß können auf dasselbe Zeitintervall mehrere Stücke nebeneinander zu liegen kommen, ebenso werden sich Stücke mit primären und sekundären Flächen wegen ihrer Häufigkeit und ihrer frühzeitigen Entstehung gegen das obere Ende schieben. Daß in Erdnähe die Zerberstungen der Steine sich vermindern, beweisen die verhältnismäßig selten vorhandenen ganz jungen Bruchflächen.

Die Bestimmung der Altersstufen der Flächen verursacht nur in Grenzfällen Schwierigkeiten, wo z. B. ältere Sekundärflächen durch starke Abschmelzung dem Grade der Primärflächen sich nähern, schließlich selbst zu solchen werden und mit denselben ganz verschmelzen. Das gleiche kann auch bei Flächen jüngeren Grades eintreten, was aber seltener geschehen wird, da Flächen dritten und vierten Grades auf der vorgeschrittenen Bahn des Meteors nicht mehr soviel Zeit zur Verfügung steht, um sich zu einer Schmelzfläche höheren Grades zu entwickeln. Die Unterscheidung der verschiedenartigen Flächen beruht in der Hauptsache auf dem Abschmelzungsgrade der Bruchfläche, der auf die Verschmelzung aller Unebenheiten hinarbeitet. Aus diesem Grunde haben die Gruben auf den Meteoriten nur ein zeitliches Dasein, insoweit nicht durch neue Absprengungen, was vorkommt, neue Gruben entstehen. Wo die Gruben fehlen, ist der Zustand der Primärfläche erreicht, und je jünger eine Fläche ist, um so mehr besitzt sie Eigentümliches von der natürlichen Bruchfläche. Alle im Endviertel der Flugbahn

angesetzten Flächen werden naturgemäß eine geringe oder ganz schwache Berindung zeigen oder gar nur schwach angeraucht sein.

Wird die hier kurz skizzierte Betrachtungsweise zur Sichtung der Steinformen angewendet, so legt sich das anfängliche Formenchaos zu einem durchsichtigen, in allen seinen Teilen systematisch gegliederten Bilde zusammen, dem selbst diese starren Körper eine Wirkung von bewegter Lebendigkeit verleihen.

Eine solche systematische «Formenreihe» soll uns die auf Tafel XX dargestellte Anordnung von zwölf Mócser Steinen veranschaulichen. Die Reihe läuft, von links oben mit knolligen Primärformen beginnend, durch Zwischengrade mit primären und alten und jüngeren Sekundärflächen zu vorwiegend aus sekundären und tertiären Flächen begrenzten Formen und endigt rechts unten in einem scharfkantigen, von Sekundär-, Tertiär- und Quartärflächen begrenzten Stücke.

Im Einzelfalle sind die Bruchstücke von folgenden Flächenarten begrenzt:

1. Einflächiges Stück (Primärstück), knollige Form, rundum stark abgeschmolzen und von primärer Rinde überzogen, am passendsten mit einem Kartoffelknollen zu vergleichen.

2. Einflächiges Stück (Primärstück), obere Fläche mit ganz flach abgerundeten Kantenspuren.

3. Einflächiges Stück (Primärstück), mit stark abgeschmolzenen Kanten und Ecken.

4. Einflächiges Stück, schwächer abgeschmolzen, gut rundkantig und eckig.

5. Zweiflächiges Stück, oben mit einer in der Abschmelzung vorgeschrittenen, unebenen, flachgrubigen, sich dem Primärzustande nähernden Sekundärfläche, links eine glatte Primärfläche.

6. Zweiflächiges Stück. Zwei große, in einer langen geschärften Kante zusammenstoßende und stark abgeebene Sekundärflächen älteren Grades, oben eine Primärfläche angrenzend.

7. Zweiflächiges Stück. Oben durchwegs Sekundärflächen jüngeren Grades, wellig gegrubt, gut kantig, links unten eine glatte Primärfläche.

8. Zweiflächiges Stück. Drei Sekundärflächen mittleren Grades, flachwellig, schneiden sich in scharfen Kanten. Oben eine schmale Primärfläche.

9. Dreiflächiges Stück. Oben glatte ebene Primärfläche, rechts gut abgeschmolzene flachwellige Sekundärfläche mittleren Grades, links eine Tertiärfläche, uneben, rau, mit dünnem Schmelz. Kante zwischen Primär- und Sekundärfläche weniger scharf als zwischen Tertiär- und Primärfläche, am schärfsten zwischen Tertiär- und Sekundärfläche.

10. Dreiflächiges Stück. Links und unten Sekundärflächen jüngeren Grades, rechts von oben nach unten geneigte Tertiärfläche mit erhaltener Rauheit der Bruchfläche. Kanten scharf. Primärfläche nicht sichtbar.

11. Dreiflächiges Stück. Links Primärfläche, rechts flachwellige Sekundärfläche älteren Grades, unten rauhe Tertiärfläche.

12. Vierflächiges scharfkantiges Stück, ohne alle nennenswerte Abrundungen. Oben nach vorne geneigt stark rauhe, mit ganz jungem Schmelz bedeckte Quartärfläche, rechts unten eine flachwellige Sekundärfläche älteren Grades, links eine Tertiärfläche mit dünnem Schmelzabklatsch der Bruchfläche. Eine kleine Primärfläche nicht sichtbar.

Wendet man die vorstehende Methode auf einen Einzelmeteoriten an, so wird es genügen, die Zahl der Flächenarten und ihren Abschmelzungsgrad anzugeben, um eine plastische Umschreibung der betreffenden Meteoritenform zu erhalten.

Aus den ebenfalls meist zufälligen Formen der Meteoreisen hat sich ein recht charakteristischer Formentypus absondern lassen, dessen Aufstellung uns erst das am 1. August 1898 gefallene Eisen von Quesa ermöglicht hat. Ich habe diese mit Quesa verwandten Formen demnach als «Quesatypus» zusammengefaßt und sind vier Beispiele desselben auf Tafel XXI abgebildet.

Die Untersuchung des Quesaeisens ergab, daß seine Form von fünf Flächen gebildet wird. Vier gleichartige Flächen wurden als Ablösungsflächen nach dem Oktaeder und die größte ebene Fläche als eine Gleitfläche nach einer Ikositetraederfläche erkannt. Die Oktaederhälfte ist die Brustseite (1 a) und die Ikositetraederfläche die Rückenseite (1 c) des Eisens.

Nach dieser Feststellung mußte man sich sofort erinnern, daß eine Reihe anderer Eisen ebenfalls von einer ebenen großen Fläche als der einen Hälfte und einer von ihr abgekehrten gebuckelten zweiten Hälfte gebildet wird, wobei die beiden ungleichartigen Hälften jedesmal in einer recht scharfen oder abgerundeten Äquatorialzone zusammenstoßen.

Die Ikositetraederfläche ist entsprechend ihrer Entstehungsweise eben oder auch sehr flach gewölbt und bei deren Anwesenheit überhaupt nur von sehr flachen Mulden mit niedrigen Grenzwällen bedeckt.

Die gebuckelte Hälfte ist gleichartiger Entstehung, aber von verschiedenartiger Ausbildung. Die äußerlich von einer Oktaederform abweichenden Buckel sind nichts anderes als Zerreißungsflächen nach Oktaederspuren. Es liegt auch in diesen Buckeln oktaedrische Trennung vor, nur ist sie nicht durchgreifend wie bei Quesa. Das gestrickte oktaedrische Gewebe begünstigt nur kurzstreckige oktaedrische Ablösung und führt bei der Zerreißung zu verschiedenen Buckelformen, in denen im kleinen die treppige Abtrennung meistens aufzufinden ist, wenn allenfalls nicht solche Spuren von der Abschmelzung entfernt worden sind.

Auf die Grundform des Quesaeisens beziehe ich die Form folgender Eisen: Agram, Cabin Creek, Iron Creek, Morito, Sarepta, dazu dürfen ferner auch Algoma und N'Goureyrna, ebenso auch andere plattenförmige und scheibenförmige Formen zugezogen werden, sobald sie eine größte ebene Rückenfläche und etwas gewölbte Brustfläche besitzen. Der umgekehrte Fall, daß die größte Fläche Brustfläche ist, liegt bis jetzt nicht vor, ist aber wahrscheinlich auch nicht zu erwarten.

Reiht man die an erster Stelle genannten Eisen aneinander, so wird es niemandem entgehen, daß sie in ihrer Formenanlage die gleichen gesetzmäßigen Bruchebenen wie das Quesaeisen an sich tragen.

Der kristallographische Nachweis, ob die Rückenfläche in allen Fällen eine Ikositetraederfläche ist, kann wegen der Unvollkommenheit der Formen nicht erbracht werden, auch erlauben es die in ihrer vollen Gestalt erhaltenen Eisen von Agram und Cabin Creek nicht, Eingriffe vorzunehmen, da sie ja bekanntermaßen die idealsten Hauptrepräsentanten und schönsten Lehrobjekte für das Studium der natürlichen Meteor-eisenoberflächen sind. Der gleichförmigen Gestalt dieser Eisenmassen wird man aber nach Analogieschluß unbedenklich die gleichen Ursachen für ihre Entstehung zugrunde legen dürfen.

Eine weitere nähere Betrachtung der auf Tafel XXI abgebildeten Typen soll uns die verwandtschaftliche Ausformung der zum «Quesatypus» gestellten Eisen veranschaulichen. Abgebildet sind die Eisen: Quesa (1), Sarepta (2), Agram (3) und Cabin Creek (4).

1. Quesa. *a*) Brustseite, ein Hemioktaeder mit exzentrisch liegender Oktaeder-
spitze. Oberfläche frei von richtigen Rhegmaglypten. (Die zwei dunklen parallelen
Streifen entsprechen den Kittstreifen des aus drei Teilen zusammengefügtens Eisens.)

b) Seitenansicht, nach links gekehrter Oktaederbuckel, rechts die in einer Kante
projizierte Ikositetraederfläche. Äquatorialzone abgerundet.

c) Rückenfläche, größte und ebene Fläche des Eisens, nach der Äquatorialzone
zu flach mugelig abgedacht, trägt drei sehr seichte Rhegmaglypten.

2. Sarepta (nach einem Gipsmodell). *a*) Brustseite. Vom Rande zur Mitte der
Buckel anwachsend, ungleich und aus dem Grunde heraus sehr tief ausgerissen, dar-
nach viele tief gegrubte Rhegmaglypten. Im ganzen die Oktaederform unverkennbar.

b) Seitenansicht. Zeigt gut die nach Oktaederflächen erhabenen und tief ausge-
rissenen Stellen. Äquatorialzone abgerundet.

c) Rückenfläche, sehr flachmugelig, glatt, nur von drei seichten Rhegmaglypten
bedeckt.

3. Agram. *a*) Brustseite. Buckel ganz unregelmäßig zerfetzt. Es fehlt selbst ein
verkümmertes Scheitel. Die schönen Rhegmaglypten auf dem verstümmelten Buckel
sind deutliche eckig kantige Hohlformen, eines der zutreffendsten Beispiele dafür, daß
die Vertiefungen auf den Eisenoberflächen aus dem Untergrunde, also der zackigen
Bruchfläche, sich herausbilden.

b) Seitenansicht. Der nach einer mittleren Ebene parallel der Rückenfläche er-
folgte Abriß des Buckels verleiht der Masse die Form einer dicken unsymmetrischen
Scholle (von Haidinger als Gangstück aufgefaßt). Äquatorialzone scharfkantig.

c) Rückenfläche, bedeckt von ganz flachen Mulden, die von vier Kamazitlamellen
folgenden Rippensystemen abgegrenzt sind.

4. Cabin Creek. *a*) Brustseite, schildförmig mit exzentrischer Spitze, ähnlich
wie bei Quesa, veranlaßt wie dort durch eine flache, ausgesprochen große Ebene nach
einer Oktaederfläche (große Fläche links). Starke Abrundung durch Schmelzung und
die von keinem anderen Falle übertroffene herrliche Rhegmaglyptenbildung verschleiern
die dem Buckel zugrunde liegende oktaedrische Formanlage.

b) Seitenansicht. Buckel schildförmig. Äquatorialkante scharf.

c) Rückenfläche. Auf der Gleitebene sitzen flachmuldige, von einem Wulstnetz
begrenzte Rhegmaglypten.

Bezüglich der hier nicht zur Erörterung gebrachten sonstigen Eigentümlichkeiten
an der Gestalt und auf der Oberfläche der Meteoriten, insbesondere die Entstehung der
Rhegmaglypten und den Aufbau des Quesaeisens verweise ich auf die vorne in der
Fußnote aufgeführten Abhandlungen.

Die Verkleinerung der Bilder auf Tafel XX beträgt 1:3 linear und auf Tafel XXI 7:8 linear der
Naturgröße.