

## Das Meteoreisen von Quesa.

Von

*Friedrich Berwerth.*

Mit 2 Figuren im Text und 4 Tafeln (Nr. XIV—XVII).

Unter beiläufig 250 verzeichneten Funden von Eisenmeteoriten befinden sich nur zehn im Falle beobachtete und gleich darnach in Sicherheit gebrachte Exemplare. Befragt man ferner die seit ungefähr 160 Jahren geführte Fallstatistik der beobachteten Meteoreisenfälle, so ergibt sich, daß im Durchschnitte bisher in je 16 Jahren ein Eisenfall auf die Erde bekannt wird. Da wir unter diesen Umständen nur bei vier von hundert Eisenmeteoriten Gelegenheit haben, die aus dem Weltraum mitgebrachte Gestalt eines Meteoreisens und seine in der Atmosphäre erworbene äußere Tracht zu beobachten, so beansprucht ein solch seltenes, von irdischen Einflüssen kaum berührtes meteorisches Eisenstück unsere besondere Aufmerksamkeit. Die erwarteten Verheißungen haben sich am Eisen von Quesa tatsächlich erfüllt. Seine in der Lufthülle wenig veränderte kosmische Originaltracht enthüllt uns wesentlich neue Gesichtspunkte über die Gestaltung der Meteoreisenformen und unterstützt in untrüglicher Weise die von mir vertretene Entstehungsweise der als Rhegmaglypten bezeichneten Vertiefungen auf den Meteoriten.

Über das Ereignis des Meteoritenfalles von Quesa stehen mir folgende geschichtliche Daten zur Verfügung. Der Niederfall des Eisens hat sich beiläufig  $3\frac{3}{4}$  Uhr abends Ortszeit, am 1. August 1898 in der Nähe des Ortes Quesa ( $39^{\circ}$  —' N,  $0^{\circ}$  40' westl. v. Gr.), gelegen im Kreise Budilla, Gerichtsbezirk Enguera, 10 Leguas südlich von Valencia, Provinz Valencia in Spanien ereignet. Der Meteorit gelangte in den Besitz von Dr. Eduardo Marin in Valencia. Was Marin an Mitteilungen über die beim Niederfalle des Meteoriten beobachteten Erscheinungen gesammelt hat, wurde von E. Bosca<sup>1)</sup> in folgendem aus der spanischen Sprache übersetzten Wortlaute veröffentlicht: «Es mochte ungefähr 9 Uhr abends gewesen sein, als ich am 1. August laufenden Jahres (1898) in der Türe der Meierei der Cabanal, mehreren Personen begegnend, am Himmel eine stark glänzende Lichtkugel in der Richtung von NW in SO kreuzen sah, die eine leuchtende Bahn hinterließ, bis sie nach einer bedeutenden Krümmung vollkommen verschwand. Nachdem ich mich am 7. desselben Monats nach Quesa begab, einem Orte des Gerichtsbezirkes von Enguera, der 10 Leguas von Valencia gegen Süden entfernt liegt, erfuhr ich zu meiner Genugtuung, daß der fragliche Stein dort gefallen sei und daß er auf die Bemühungen meines Bevollmächtigten hin, der mein Interesse für Meteoriten kennt, aufbewahrt wurde.

<sup>1)</sup> Actas de la sociedad española de Historia natural, 1898, Serie II, Tomo VII (XXVII), p. 207.

«Zur angegebenen Stunde, am 1. August, sahen die Einwohner des genannten Ortes ebenfalls die früher geschilderte glänzende Lichterscheinung, bei deren Verschwinden sie zwei starke und gleichzeitige Detonationen, ähnlich starken Kanonenschüssen und bald darauf ein kurzes Getöse wie bei einem Sturme hörten, das sie sehr beunruhigte. Am nächsten Tage erregte die Aufmerksamkeit jener Bewohner ein schwarzer Stein von außergewöhnlichem Gewichte, der vom Himmel auf ein Gebiet gefallen war, das an mein Besitztum grenzt, gelegen im Bezirke Budilla, ungefähr eine Stunde von Quesa entfernt. Mehrere Hirten schrieben das Getöse einem Blitzstrahl zu, wie sie sich auch den Donner bei klarem Himmel nicht zu erklären vermochten; sie stimmten darin alle überein, daß sich beim Verschwinden der Lichterscheinung eine flüchtige weißliche Wolke gebildet hatte, und gleichfalls versicherten sie übereinstimmend, sie hätten nach jenem noch anderen Lärm vernommen, Kanonenschüssen gleichend in der Richtung gegen Nord, was anzuzeigen scheinete, daß ein anderes Fragment des Boliden dort niedergegangen sei. Jedoch alle meine Bemühungen in bezug auf dieses Fragment waren ohne Ergebnis. Als ich die Stelle besuchte, wo der Stein niedergefallen war, sah ich die Erde noch unberührt, so wie sie der Stein in seinem Falle in einem Umkreise von einen halben Meter aufgewühlt hatte, wobei er kaum 40 cm tief eingedrungen war, in schiefer Richtung, wie es das Aufreißen der Erde anzeigte.»

Durch meine eingeleiteten, auf die Erwerbung des Eisens hinzielenden Verhandlungen wurde Dr. E. Marin bewogen, den Meteoriten nach Wien zu senden. Als sich herausstellte, daß der Ankauf des Eisenmeteoriten durch das naturhistorische Hofmuseum aussichtslos sei, wurde das Stück dem Besitzer des Mineralienkomptoirs J. Böhm in Wien zum Ankaufe überlassen. Die Ankunft des Eisenblockes in Wien geschah zu einer Zeit im Sommer 1900, als ich gerade für längere Zeit abwesend war. J. Böhm übernahm daher das Eisen allein und veranlaßte sofort die Abtrennung eines größeren Randstückes und einer dünnen Platte. Nach meiner Rückkunft wurde mir das Eisen in diesen drei Teilen vorgelegt. Die Zusammenfügung der drei Stücke zeigte mir, daß durch die dreiteilige Zerlegung für die Beurteilung der Gesamtform des Meteoriten und seiner Oberfläche noch kein unverbesserlicher Schaden angerichtet sei. Gleichzeitig gewann ich auch die Erkenntnis, daß die Zulassung einer weiteren von J. Böhm beabsichtigten Zerstückelung des Eisens der vandalischen Zerstörung eines für die Meteoritenkunde hochwichtigen Objektes gleichkäme. Ich berichtete über die Sachlage dem Kommerzialrate J. Weinberger in Wien. Seine Einsicht in die wissenschaftliche Bewertung des Stückes bewog ihn, das Eisen anzukaufen und es der kaiserlichen Meteoritensammlung als Geschenk zu überreichen. Durch diesen Akt einer großherzigen Entschließung ist das Eisen der Wissenschaft erhalten geblieben und ich ergreife die Gelegenheit, dem Kommerzialrate J. Weinberger, als dem stetigen Förderer und Schätzer unserer Meteoritensammlung, für die ihr zugeführte kostbare Bereicherung auch an dieser Stelle den tiefsten Dank zum Ausdruck zu bringen.

Das ursprüngliche Gewicht des unversehrten Eisenmonolithen betrug 10.670 g. Zur Gewinnung von Untersuchungsmaterial war in Valencia ein an der Mittelkante sitzender kurzer hornartiger Fortsatz durch Hammerschläge losgeschlagen und hierdurch das Gewicht des Blockes um 30 g verringert worden. Das jetzige Gewicht des aus drei Teilen bestehenden Eisens beträgt 10.370 g (8995 + 1000 + 375 g) und der gesamte Gewichtsverlust des Eisens somit 300 g.

Dem Kustos Dr. R. Koechlin bin ich für die Herstellung der Textfiguren und der photographischen Negative zu vielem Danke verpflichtet.

## Gestalt und Oberfläche des Meteoreisens.

Die Erfahrung hat uns gelehrt, daß alle Meteorsteine zufällig geformte Felsbruchstücke sind. Eine andere als zufällig geformte polyedrische Gestalt wird man von den Steinen auch niemals erwarten können, weil sie immer ein massiges Gefüge besitzen, das bei Zertrümmerung einer größeren Masse stets vielfältig geformte unregelmäßige Bruchstücke bedingt. Bis auf ganz seltene Ausnahmen hat man eine unregelmäßige klumpige Gestalt auch an der großen Zahl von meteorischen Fundeisen beobachtet, die ihre jetzige Gestalt durch eine oftmals recht weitgehende Abrostung erhalten haben. Die wenigen und nur einzelnen Beobachtern zugänglichen im Falle beobachteten Eisen haben die allgemeinen Anschauungen über die Form der Meteoreisen wenig beeinflusst und auch dann, wo sich wie an den Eisen von Agram und Cabin Creek auffällig breite ebene Flächen ansetzten, vermochte man es nicht, die Lage der Flächen zu deuten und man hielt sie eben auch für zufällige Flächen. Im Gegensatz zu den massig gefügten Steinen ist jedes Meteoreisen ein Kristallgebilde, von dem man erwarten kann, daß sein Kristallgefüge jeweilig auch im Bruche zur Geltung komme. Bei einer gewaltsamen Zertrümmerung ist es einer sogenannten oktaedrischen Eisenmasse vorbestimmt, sich nach den parallel den Oktaederflächen gelagerten Kristallschalen auseinanderzulegen. Am künstlichen Bruch im Kleinen ist die Trennung nach Oktaederflächen wohl bekannt. Ab und zu hat man Trennungsflächen nach dem Oktaeder auch an natürlichen Oberflächen von Meteoreisen erkannt. Der vollkommenste Fall dieser Art liegt im Fundeisen von Franceville<sup>1)</sup> vor. Daß aber eine durchgreifende Teilung einer Eisenmasse nach Oktaederflächen gar so selten vorkommt, ist im netzig gewebten Kristallbau gelegen, der eine weitstreckige Teilung nach dem Oktaeder behindert. Kurzstreckige Oktaederflächen mögen auf den Bruchflächen vieler Eisen vorhanden gewesen sein, sie treten aber für uns nicht in die Erscheinung, weil sie bei der Abschmelzung in der Atmosphäre verwischt oder schließlich auch ganz unkenntlich gemacht werden.

Eine andere gesetzmäßige Gestaltung könnte sich für ein Eisenbruchstück ergeben, wenn ein größerer Block eines sogenannten hexaedrischen Eisens in Trümmer geht, das eine vollkommene Spaltbarkeit nach dem Würfel besitzt. Bisher haben wir keinen würflich geformten oder auch nur mit einigen Würfelflächen versehenen Eisenmeteoriten erhalten. Abgesehen von der Seltenheit größerer hexaedrischer Massen scheint das Fehlen hexaedrischer Spaltstücke anzuzeigen, daß es einheitliche hexaedrische Eisen von riesengroßen Abmessungen überhaupt nicht gibt. Man muß nach den bisherigen Erfahrungen annehmen, daß es nur größere Aggregate von hexaedrischen Massen gibt, von denen sich im Falle der Zertrümmerung die Einzelstücke dann nach den weniger fest gefügten Zusammensetzungsflächen und nicht nach den zäheren Spaltflächen lostrennen werden. Stützt man sich auf die von mir schon einmal ausgesprochene Ansicht, daß die losen uns bekannten hexaedrischen Balkeneisenteile von oktaedrisch gefügten Meteoreisen herkommen, so gelangt man wieder zu einem Trennungsakt, wie er sich in einem Aggregate vollzieht.

Gesetzmäßige Grenzflächen an Meteoreisenbruchstücken können schließlich durch eine dem irdischen Gebirgsdruck vergleichbare Pressung in meteorischen Eisenmassen zustande kommen. Rutschflächen mit Harnischen sind in Meteorsteinen eine häufige Erscheinung. Auf Druckwirkungen sind in den Eisenmeteoriten vorkommende Verwerfungen zurückzuführen. Da nun das Meteoreisen ein Kristall ist, so wird ein starker

<sup>1)</sup> Preston Ul., Franceville Meteorite. *Proceed. of the Rochester acad. of Sc.*, vol. 4, p. 75—78.

Druck in demselben Schiebungen nach Gleitflächen hervorrufen können, die dann bei der Zersprengung des Eisens an den Bruchstücken als Grenzflächen auftreten und einer am Eisenkristalle möglichen Kristallfläche entsprechen werden.

Von den hier an einem Kristallblock von Meteoreisen als möglich bezeichneten gesetzmäßigen Trennungsflächen finden wir am Bruchstück vom Quesaeisen Flächen von zweierlei Art.

Zunächst beobachten wir am Quesaeisen insgesamt fünf Flächen. Zwei davon sind sehr breit entwickelt und bedecken den größten Teil der Oberfläche. Die Vorherrschaft dieser, in einem spitzen Winkel zueinander geneigten zwei Flächen geben dem Eisenstück die gemeine Form eines dicken Keils (s. Taf. XIV, Fig. 2). Werden die fünf Flächen auf ihre nähere Beschaffenheit geprüft, so erweisen sich drei kleine und eine der großen Flächen als Flächen gleicher Art und die fünfte, zugleich auch die größte Fläche, ist von ihnen verschieden und trägt einen wesentlich anderen Charakter. Die vier gleichartigen Flächen schneiden sich in krummlinigen sehr stumpfen Kanten und stoßen in einer etwas kantig verzogenen Ecke zusammen. Hiedurch erscheint die eine

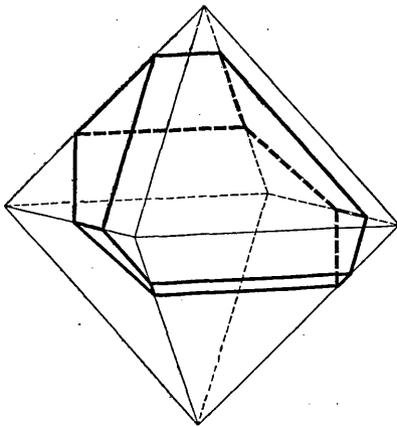


Fig. 1.

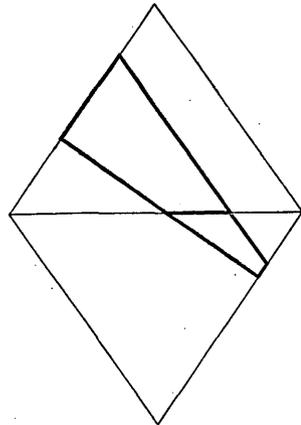


Fig. 2.

Hälfte des Eisens mehr stark gebuckelt als spitz und die Höhe des Buckels ist zufolge der starken Entwicklung der einen großen Fläche seitwärts gerückt und liegt exzentrisch. Kehrt man die Spitze des Buckels gerade vor sich hin, so erkennt man darin nach den Spuren der Kanten und Flächen eine etwas roh geformte und stark verzerrte aber immerhin deutliche Oktaederspitze, die gleichzeitig, wie sich das aus der Oberflächenbeschaffenheit ergeben wird, die Vorder- oder Bruchhälfte des Meteoriten ist. Bei der unebenen Beschaffenheit der vier Flächen ist eine Messung der Kantenwinkel unmöglich. Die Oktaederlage der Flächen wird jedoch durch den parallel einer kleinen Fläche geführten Anschnitt bestätigt, auf dem die Widmannstättenschen Figuren fast genau eine Oktaederfläche als Schnittebene anzeigen. Das Bild auf Taf. XIV, Fig. 1 zeigt die nach vorne gekehrte Spitze des Oktaeders. Bringt man das Oktaedereck in die richtige Aufstellung, so merkt man, daß die wohlgeebene und breiteste Fläche, die wir jetzt auch als Hinter- oder Rückenfläche des Meteoriten bezeichnen können, das Oktaeder schräge abschneidet und um das Stück eine vierseitige, bei Abstumpfung der Ecken etwas kreisrund geformte äquatoriale Randkante legt. Mißt man über die Schneide des Keils die Neigung der beiden großen Flächen zueinander, soweit dies eben bei den gegebenen Umständen möglich ist, so ergibt die grobe Messung Winkelwerte, die dem

Kantenwinkel von  $19^{\circ} 28'$  zwischen der Fläche  $III$  und  $IV$  sehr nahekommen. Wird nämlich die große Oktaederfläche als  $III$  genommen, so entspricht die Hinterfläche des Meteoriten der Ikositetraederfläche  $IV$ . In der Textfigur 1 ist der Eisenkristall in seinen natürlichen Flächenverhältnissen mit dick ausgezogenen und gestrichelten Linien in ein Oktaedernetz schematisch eingezeichnet und das im Bilde Taf. XIV, Fig. 1 nach vorne gerichtete Oktaedereck hier nach oben gekehrt. Die Textfigur 2 macht in schematischer Projektion auf eine Rhombendodekaederfläche die Entstehung des Keils nach  $III$  und  $IV$  anschaulich.

Das Eisen von Quesa liefert uns somit ein vorzügliches Beispiel eines von Kristallebenen begrenzten Eisenbruchstückes. Es ist eine Trennungsgestalt nach vier Oktaederflächen und einer Ikositetraederfläche.

Wird die Beschaffenheit der fünf Flächen unter Betrachtung gestellt, so läßt sich daraus entnehmen, daß die Entstehung der Flächen auf zweierlei Art vor sich gegangen ist. Die Oktaederflächen sind durch Zerreißung nach dem schaligen Oktaederbruch entstanden und die Ikositetraederfläche ist eine durch Druck und Schiebung erzeugte Gleitfläche.

Für die Annahme der Rückenfläche als einer Gleitfläche ( $IV$ ) sprechen die von Mügge<sup>1)</sup> an künstlichem weichen Eisen angestellten Versuche, die ergaben, daß durch Hämmern in einem Eisenkristall Zwillingslamellen nach sechs Flächenpaaren von ( $IV$ ) durch Gleitung entstehen. Die am künstlichen Eisen durch Gleitung erzeugten Zwillingslamellen entsprechen den am Kamazit des Meteoreisens bekannten «Neumannschen Linien», die schon Linck<sup>2)</sup> als Zwillingslamellen nach ( $IV$ ) erkannt hat. Es ist überraschend, am Quesaeisen eine gleiche Strukturfläche im großen Stile anzutreffen, wie solche im Kleinen am Kamazit vorhanden sind und die zweifellos wie diese durch starken Druck entstanden ist.

In der Entstehungsweise der zweierlei Flächen fußt auch ihre habituelle Verschiedenheit. Zerreiungsflächen sind mindestens immer rauh aber meist von hackigem Bruche stark uneben, während eine Gleitfläche wenigstens annähernd glatt und eben ausgebildet sein wird. Beide Voraussetzungen treffen am Quesaeisen zu. Die große Unebenheit der Oktaederflächen ist hervorgerufen durch den Netzbau des Eisenkristalls. Macht sich selbst eine weitgehende Ablösung nach einem Oktaederblatte geltend, so wirken einer glatten Trennung die auf diesem Blatte austretenden Balkensysteme der drei anstoßenden Oktaederflächen energisch entgegen. Widersätzliche starke Balkenbündel werden entweder aus der Masse herausgebrochen und es entstehen Vertiefungen, oder es bleiben größere kompakte Bündelmassen vorerst als zackigzahnige Erhebungen stehen. Der Gleitnatur der Ikositetraederfläche entspricht die vorhandene ungewöhnliche ebene Beschaffenheit.

Vom vollkommenen Oktaederbruch eines oktaedrischen Eisens bis zur unregelmäßigen Klumpenform kann man bei genügend vorhandenen Beispielen Übergangsformen feststellen, auf deren Gestaltung der grobe oder feine Balkenbau des Eisens, die Scharung der Lamellen und bei Anwesenheit von Plessit auch dieser Einfluß nimmt.

Von einer frisch abgerissenen Bruchfläche eines Meteoreisens können wir uns nur in der Vorstellung ein Bild machen, denn der Meteorit gelangt nie mit seinen natürlichen Bruchflächen in unsere Hände, weil der an seiner Oberfläche in der Atmosphäre

<sup>1)</sup> O. Mügge, Über neue Strukturflächen an den Kristallen der gediegenen Metalle. Neues Jahrbuch etc., 1899, Bd. II, p. 63—70.

<sup>2)</sup> G. Linck, Über die Zwillingsbildung und den orientierten Schimmer am gediegenen Eisen. Zeitschrift f. Krist., Bd. XX, 1892, p. 209.

schichtenweise abfließende und sich immer erneuernde Oberflächenschmelz alle Erhabenheiten der Bruchfläche niedrig- oder auch ganz weggeschmolzen hat. An den uns vorliegenden Oberflächen der Meteoreisen beobachten wir also nur abgetragene Reste des frischen Bruchzustandes, aus deren Vorhandensein oder Fehlen man jedoch einen Rückschluß auf die ursprüngliche Beschaffenheit der Bruchfläche machen kann.

Auf der Brustseite des Quesaeisens fehlen die Zeichen nicht, mittels denen wir den ursprünglichen Zustand des Rohbruches zurückbilden können. Beim Abreißen des Stückes von einer größeren Masse haben dessen Oktaederflächen eine ganz ungleichmäßige Ausbildung erfahren. Die große und eine kleine Fläche, III und III, sind entsprechend eben abgespalten und das Gleichmaß der Erhöhungen und Vertiefungen über oder unter ein mittleres Niveau bewahrt ihnen mehr oder minder gut den Flächencharakter. Je eine gutkantige treppige Übersetzung der obersten Blattlage auf eine tiefer gelegene Schale ist auf beiden Flächen vorhanden. Die wenigen netzartig verbundenen niedrigen rippenartigen Höhenzüge, die ursprünglich freistehende, steile zackig-zahnige Kämme darstellten, umschließen flache, durch Ausbruch von Lamellenbündeln entstandene und einstmals von absätzigen Wänden umgebene Vertiefungen. Unebene Zerreißen im kleinen Maßstabe führt zu stacheligen Rauheiten auf den mehr ebenen Flächenpartien, die später das Muster zu dem feinwellig gegliederten Relief auf der abgeschmolzenen Oberfläche abgeben. Während die Fläche III eine gut ebenbrüchige Fläche ist, auf der die Höhen und Tiefen gleichmäßig verteilt sind, besteht die Fläche III aus zwei Flächenstufen, von denen die obere stark zackig abgerissen war, worauf die kleinen Buckel und kantigen Vertiefungen hindeuten. Die Fläche III ist fast durchwegs von einem breiten Buckel bedeckt, der beim Abreißen als säuliges Lamellenbündel in kompakter Masse stehengeblieben war und jetzt noch als eine erhöhte Terrasse über den an seinem Fuße gelegenen und von gekanteten Gruben bedeckten Flächen erkennbar ist. Ganz gegensätzlicher Entstehung ist die Fläche IIV. Sie besteht fast zu ihrer Gänze aus einer schon ursprünglich ziemlich glatt ausgebrochenen Mulde, die auf die Fläche III übergreift und eine starke Ausbauchung der Kante gegen III verursacht (s. Taf. XIV, Fig. 1 Kante III und IIV). Dem Urstande des Oktaeder gehören auch kleine 2—3 mm weite und bis 2 mm tiefe Löcher an, die mit Vorliebe auf den Rücken der Rippen, aber auch in vertieften Stellen siedeln und dieselben narbenartig bedecken (s. Taf. XIV, Fig. 1, im Bilde erscheinen auf der Fläche III die Löcher fälschlich als warzige Erhöhungen). Es ist wichtig festzustellen, daß die Löcher selbst nach der Rindenbildung fast durchwegs einen eckig-kantigen Mundrand behalten haben und nicht zylindrisch runde oder trichterige Löcher sind. Ihr Außenrand ist drei- bis viereckig und auch rechteckig. Die röhrlige Form der Löcher läßt über ihre Entstehung keine Zweifel aufkommen. Sie sind Lücken nach Einzellamellen oder Lamellenpaaren, die beim Bruche aus der Reihe der stehengebliebenen Lamellenreihen förmlich wie Zähne herausgezogen wurden. Bei den wenigen dreieckigen Löchern könnte auch an eine tetraedische Hohlform nach Plessit gedacht werden.

Vor dem Eintritt in die irdische Atmosphäre besaß das Hemioktaeder des Quesaeisens demnach eine scharfkantig verzogene Oktaederecke, scharfe gezackte Oktaederkanten und ganz unebene, absätzige, von grobem und feinem hakigen Bruche spießig aufgerissene Zerreißenflächen mit wenigen schachtartigen Löchern. Die Ikositetraeder-rückenfläche war von Anbeginn an eine von groben Unebenheiten freie und ziemlich glatte Gleitfläche.

Auf dem Wege durch den irdischen Luftkreis hat die Oberfläche der Brustseite eine mäßig starke, in ihrer Dicke etwas schwankende Brandrinde erworben. Auf den

erhabenen Flächenteilen ist sie anders beschaffen als in den eingesenkten Flächenpartien. Auf den kantig, bucklig oder mehr kleinhöckerig und rippenartig gestalteten Erhabenheiten ist die Brandrinde sehr dünn und glatt, von graphitähnlicher Schwärze und ebensolchem Glanze, wodurch der gesamten Oberfläche ein ungewöhnlich frisches Aussehen mitgeteilt wird, wie es sich von ähnlicher Lebhaftigkeit auf keinem anderen Meteoreisen vorfindet. Auf den Böschungsf lächen der Erhöhungen verblaßt der Glanz allmählich unter gleichzeitiger Verdickung der Rinde und am Grunde der Vertiefungen ist die Rinde vollständig matt und glanzlos. Diese von oben nach unten stufenweise fortschreitende Veränderung der Rinde erklärt sich aus der unterschiedlichen Erhitzung der höheren und tieferen Flächenteile. Man kann sich die Angriffsweise des Feuers auf der Oberfläche des Meteoriten an einem spählig angespaltenen und in Brand gesteckten Holzscheit deutlich vergegenwärtigen. Zuerst züngelt die Flamme um die höchsten Spitzen der Spähne, ergreift dann die tiefer gelegenen Splitter, später die Kanten des Holzschaites und die vertieft zwischen den aufgeschürften Spähnen gelegenen Spaltflächen der Holzmasse beginnen erst zu brennen, wenn alle aufgesplitterten Teile und Kanten von der Flamme längst verzehrt sind. Beim Abbrennen des Quesaeisens hat das Feuer den gleichen Weg eingeschlagen. Gerade der verschiedene Zustand der Rinde führt uns dies mit greifbarer Deutlichkeit vor Augen. Das um den Meteoriten in der Atmosphäre angefachte Feuer hat zuerst die allerhöchsten vorstehenden Oberflächenteile ergriffen und auf denselben eine dünne und leichtflüssige Schmelze erzeugt, dann weniger heftig die niedriger gelegenen Erhöhungen erfaßt, dabei die vertieften Stellen überspringend, in denen vorwiegend die ausstrahlende Hitze des in den höheren Zonen herrschenden Feuers gerade hinreicht, eine dunkle, rauhe, nicht flüssige und bezeichnenderweise mit einem roten Stich versehene Rinde hervorzubringen. Diese rötliche Färbung der Rinde am Grunde der Vertiefungen läßt diese als eine nicht auf die Schmelzstufe gebrachte krustige Rinde erscheinen, deren Zustand sich auch äußerlich deutlich von der echten geflossenen Schmelzrinde unterscheidet. Die starre Form der Tiefenrinde bezeugt auch die Rauheit ihrer Oberfläche, die von lauter winzigen, öfter reihenweise geordneten Wäzchen hervorgerufen ist. Die Aufreihung der Wäzchen zu Schnüren folgt den Spuren der Kamazitbalken, kurze, höckerige Rippchen dürften auf Blättern des schwer schmelzbaren Taenit stehen. Glänzende Pünktchen auf den Köpfchen der kleinen Warzen zeigen den ersten Grad der Schmelzung an. An höher gelegenen Stellen beginnen dann die Wäzchen zu verschwinden und zu einer wenig glänzenden, aber glatten Rinde zusammenzufießen.

Zwischen der dünnflüssigen Höhenrinde, der träge fließenden Schmelze in Mittelagen und der starren Tiefenrinde bestehen keine Grenzen und laufen alle Rindenzonen ineinander über. Auf Grund dieses Schmelzvorganges sind die Oktaederecke und die Kanten am weitesten abgeschmolzen und zu breit gewölbten Rücken abgerundet. Minder gerundet sind die eine mittlere Höhe einhaltenden Erhabenheiten und ganz geringe Abschmelzung ist auf den ebenen und muldigen tiefen Stellen erfolgt. Aus der nach Höhenzonen fortgeschrittenen Abschmelzung ergibt sich als weitere Folgeerscheinung, daß ein ausgesprochener Schmelzdrift sich nur auf den höchsten und hohen Rücken und Buckeln entwickelt, bestehend aus dichten Scharen feiner, sehr oft in Perlen auslaufender Schmelzfäden. Der Hauptzug des Driftes folgt von Höhe zu Höhe einer radialen Strömung, um schließlich längs der Äquatorialkante auf der Rückenseite in Randwülsten sich aufzustauen, über die sich jüngere fransig auslaufende Schmelzblätter schieben. Innerhalb des radialen Hauptdriftes machen sich besonders am Scheitel der Brustseite kleine Ablenkungen geltend, indem ältere und jüngere Schmelzfäden durch-

einander rinnen, was auf ein Vibrieren der Spitze während des Fluges durch die Luft zurückzuführen ist. Stärkere Eisenperlen an den Enden der Fäden tragen häufig kleine runde Vertiefungen mit Randwall. Es waren Hohlperlen, deren Gasgehalt die Oberfläche gesprengt hat. Viele kleine winzige Näpfchen auf einigen breiteren Schmelzbändern sind ebenfalls durch Entweichen von Gasbläschen zustande gekommen. Der schöne sternstrahlige Schmelzdrift charakterisiert die oktaedrische Hälfte als die im Fluge durch die Luft nach vorne gekehrte «Vorder- oder Brustseite» und rückt Quesa im Sinne Haidingers unter die «hochorientierten» Meteoriten.

Ganz verschieden von den oktaedrischen Flächen ist die Rückenfläche gestaltet. Ihre an Meteoreisenflächen ganz ungewohnte ebene Ausbildung haben wir der Entstehung durch Gleitung zugeschrieben. Einige Beeinträchtigung des ebenen Charakters bewirkt nur das Erscheinen von drei inmitten der Fläche gelegenen aber sehr seichten Vertiefungen, die von ebenso niedrigen und flachen Wällen getrennt und begrenzt sind (s. Taf. XV). Wenn man davon absieht, daß an zwei Vertiefungen wandige und eckige Begrenzungen bemerkbar sind, so sind sie die einzigen Gruben auf dem Quesaeisen, die «fingerartigen Abdrücken» ähnlich sehen. Außerdem findet sich noch nur eine schneideartig geformte Vertiefung auf der Fläche, die sonst in allen ihren übrigen Teilen nur ganz wenig gewellt ist. Ein Ausreißen oder Stehenbleiben von Lamellenpartien hat demnach ganz charakteristischerweise bei der Entstehung der Fläche nur in bescheidenstem Maße stattgefunden. Eine weitere Störung erfährt ihre Ebenheit durch eine flachmuglige Abdachung, ausgehend von der Mitte nach den Rändern hin. Diese wenig gekrümmte Wölbung der Fläche hängt mit der Abtragung der ursprünglich scharfen, jetzt an ihrem Rande auch nach der Rückenfläche hin stark abgeschmolzenen Ringkante zusammen. Die sekundär entstandene Aufwölbung der Fläche mahnt in ihrer Form an die Bodenfläche eines Brotlaibes. Sollte sich eine zweite Hälfte des Eisens auf dem Wege durch die Atmosphäre losgelöst haben, so müßte schon frühzeitig zwischen den Rändern der beiden Stücke, die mit ihren brotlaibartigen Grundflächen aneinander gelegt waren, eine rundum laufende und durch die Abschmelzung erweiterte Rinne bestanden haben.

Die Fläche ist gleichmäßig von einer  $\frac{1}{2}$  mm dicken Brandrinde überzogen. Wegen ihrer spröden Beschaffenheit trennt sie sich leicht von ihrer Unterlage, die an mehreren Stellen bloßgelegt ist. Das in den Rindenlücken durchblickende Eisen hat eine silberweiße Farbe. Seine Oberfläche ist glänzend und kleingugelig geformt, eher etwas rau als glatt, mit zierlichen netzartig versponnenen Wülstchen, die manchmal sichtlich den Balkenspuren folgen. So sieht die Eisenfläche an einer Stelle aus, wo die Rinde in der Nähe des gewaltsam abgetrennten Hornes abgesprungen ist. An einigen anderen rindenfreien Stellen überzieht ein rostiger Hauch das Eisen und bedecken es viele dunkle noch nicht zum Zusammenfluß gelangte warzige Häufchen. Ich kann es nicht entscheiden, ob hier eine nachträgliche Rostung oder ob der seltene Fall einer sekundären Rindenbildung auf Eisen vorliegt, analog der Bildung jüngerer Rinde auf Sekundärflächen von Steinen. In Farbe und Beschaffenheit ist die Rinde auch auf der Rückenfläche je nach ihrer Höhenlage oder ihrer späteren oder jüngeren Entstehung etwas verschieden. Inmitten der Fläche, in den Gruben und 1 cm über deren Randwalle hinweg sitzt eine schwarze, matte, glanzlose, rauhe und partienweise auch runzlige Rinde, in ihrer Art und Bildung gleich der Rinde in den Vertiefungen auf der Brustseite. Spuren von Schmelzung finden sich in Form zähflüssiger Fäden nur auf den Grenzwallrücken der Gruben. Über die matte, im zentralen Teile sich ausbreitende Rinde haben sich bis zur angegebenen Grenze in einem Umkreise von 4 cm Breite die jüngeren dünn ausge-

zogenen Schmelzhäute stoßweise von der Vorderseite herübergeschoben. Die Farbe dieser jüngeren Rindenzone ist bleigrau und hat zufolge ihres leichtflüssigen Zustandes einen schimmernden Glanz erhalten. Würden wir die Ausbildungsweise der Rinde als eine Temperaturskala benützen, so deckt sich die bleigraue Rinde mit den mittleren Temperaturgraden, die ganz matte Rinde mit den tiefsten und die glänzende Schmelze mit der höchsten auf dem Meteoriten vorhanden gewesenen Temperatur. Auf der schimmerigen bleigrauen Rindenzone breiten sich die fadigen, radial gerichteten Schmelzbüschel aus, von denen einzelne Arme noch darüber hinweg bis in die zentrale matte Rindenzone hineinfließen (s. Taf. XV u. XVII, Fig. 1). Als Besonderheit finden sich in einem ganz kleinen Umkreis innerhalb der matten Rindenkruste vereinzelt kleine runde Aushöhlungen mit nach außen gestülptem Randwall und fählerartig ausstrahlenden Schmelzfädchen. Es sind dies kleine Spratzlöcher, entstanden durch Zerplatzen blasig aufgeblähter Rinde.

Eine andere recht auffällige Erscheinung tritt uns ferner in einer über die ganze Rückenfläche verbreiteten Zerklüftung der Rinde entgegen (s. Taf. XV). Dieselbe ist auch auf der Vorderseite verbreitet, wo sie jedoch bei dem raschen Wechsel der Rindenarten weniger deutlich ausgeprägt ist. Die Klüfte haben einen unbestimmten, meist weiten Abstand voneinander, verlaufen selten kurz geradlinig, häufig blitzartig und stoßen zwei- bis dreifach in einem Punkte zusammen, durchqueren sich aber nie, so daß man von einem geschlossenen Spaltnetz nicht sprechen kann. Die Risse klaffen, verengern und erweitern sich bis zu einer Lichtung von 1 mm und haben bemerkenswerterweise verschiedenartige Ränder je nach der Beschaffenheit der Rinde. In der mäßig dicken, kaum geflossenen Rückenrinde haben sie meist unscharfe Ränder. In der dünnflüssigen Rinde der Brustseite sind die Ränder mehr steil und scharf gekantet. Als Füllung enthalten die Klüfte eine oberflächlich schwarze, weiche, glanzlose, ungeschmolzene Masse, von der sich herausstellte, daß sie nicht meteorischer Natur ist.<sup>1)</sup> Die Klüfte durchschneiden wie seichte Gerinne die Rinde und machen durch ihren ganzen äußeren Habitus den Eindruck von Kontraktionsspalten. Eine einfache Spaltenwerfung der Rinde durch Schrumpfung liegt aber nicht vor. An bloßgelegten Partien der Eisenoberfläche entdeckt man nämlich von Rand zu Rand übersetzende, in der Luftlinie unterbrochene Klüfte, die ihre Verbindung durch eine in der Eisenmasse als Ader aufsetzende Füllung aufrecht halten. Es steht außer allem Zweifel, daß sämtliche Klüfte in der Rinde genau den Spuren der im Eisen vorhandenen Adern folgen und somit zwischen Kluft und Ader eine vollkommene Kongruenz besteht. Für eine Untersuchung der Adernsubstanz, die ich bei der Beschreibung der Gemengteile als Zwischenklemmungsmasse bezeichne, an deren Zusammensetzung sich voraussichtlich auch Troilit beteiligt, ist leider kein Material erhältlich. Durch künstliche Entfernung der Rinde im Eisen freigelegte Adern sind schwach vertieft und ist die Entfernung der Oberflächenkruste der Adernsubstanz auf eine Ausschmelzung des Troilit vor der Entstehung der Rinde zurückzuführen. Versucht man über die Rolle der Adern bei der Spaltenbildung in der Rinde eine Entscheidung zu fällen, so kann eine solche nach zwei Richtungen

<sup>1)</sup> Ich kann angeben, daß in dieser Masse beim Darüberfahren mit einer Nadel ein schwach glänzender Strich hinterbleibt. Hervorgeholte Krümmchen sind gelblich gefärbt und haben krümmlich-klebrigen Charakter. Auf dem Platinblech brennen sich winzige Partikelchen hellgelb und schmelzen in der Lötrohrflamme nicht. Der glänzende Strich und die klebrige Beschaffenheit erweckten in mir den Verdacht, daß in die Klüfte von außen eine fremdartige Masse hineingeschmiert sein könne. Das Eisen ist nach Erkundigungen tatsächlich bei Abnahme des Modells mit einer aus Öl, Wachs, Bimsstein und Seifenwasser angemachten Schmiere eingestrichen worden.

getroffen werden. Entweder hat die Rinde bei ihrer Entstehung die seichten Aderngerinne im Eisen überdeckt und dieselbe ist dann bei der Abkühlung entlang den Adernspaltenartig auseinandergerissen, im anderen Falle kann die Adernsubstanz eine Überwindung verhindert und von vorneherein eine ursprünglich offene Kluftanlage veranlaßt haben.

Für das Entstehen der Spalten durch Schrumpfung sind folgende Umstände anzuführen. Die Klüfte erscheinen vornehmlich auf dünnrindigen Flächenteilen in geringen Abständen verteilt und bleiben hier überhaupt nie vollständig aus. An Spalten in gutflüssiger Rinde der Vorderseite kann man beobachten, wie geflossene Schmelze scheinbar über die Klüfte hinwegschießt und Eisenfäden am oberen Rande abreißen und am Rande gegenüber ihren Lauf fortsetzen. Das haarscharfe und ebene Abschneiden der Eisenfäden, das mit den Steilrändern der Kluft genau zusammenfällt, entspricht ganz einer Spaltenwerfung, die im gegenwärtigen Falle immer nach den Spuren der Adern eingetreten ist. Dieser Vorgang kann aber nur dann eingetreten sein, wenn die Adern anfänglich durch die Schmelze überdeckt wurden. Der Temperaturunterschied zwischen der Aderfüllung und der sehr heißen Schmelzdecke hat dann bei der raschen Abkühlung zum spaltenartigen Aufreißen der dünnen Rindendecke geführt. Die Entstehung der Rindenspalten durch Schrumpfung bestätigt auch das Fehlen der Spältchen auf weiten Strecken mit dicker, zähflüssiger und mehr starrer Rinde. Bei der Häufigkeit der Spältchen in Partien mit dünnrindiger Schmelze liegt kein Grund vor, dort, wo sie weithin fehlen, kurzweg die Abwesenheit der Adern vorauszusetzen. Andeutungen von Adern sind auch hier vorhanden. Ein glattes Aufreißen der Rinde ist aber nicht erfolgt, weil bei der Abkühlung die niedrigere Temperatur dieser an sich auch weniger spröden Rindenteile das Zerreißen der Rinde oberhalb der Adern nicht begünstigt hat. Für die Entstehung der Rindenspalten durch Aussparung der Adernstrecken vermag ich keine positiven Merkmale anzuführen.

Über Zerklüftungen der Brandrinde auf anderen Meteoreisen sind in der Literatur keine diesbezüglichen Mitteilungen aufzufinden. Ich prüfte daraufhin die Oberflächen der mir zugänglichen im Falle beobachteten Eisen und habe Sprünge in der Brandrinde auf Cabin-Creek, Agram, Mazapil und Charlotte vorgefunden. Wie bei Quesa decken sich auch bei den genannten Eisen die Spalten der Brandrinde mit vorhandenen Adern in der Eisenmasse. An adernfreien Eisen wie z. B. bei Braunau fehlt jedwede Spur einer Zerklüftung der Rinde. Wir werden daher das Auftreten von Spalten in der Brandrinde irgendeines Meteoreisens als ein sicheres äußeres Anzeichen für vorhandene Aderung des betreffenden Eisens in Anspruch nehmen dürfen.

Schließlich müssen wir unser Augenmerk noch einer ganz merkwürdigen Erscheinung auf der Rückenfläche zuwenden. Es bedecken nämlich die Oberfläche der Brandrinde dünne, Harnischen ähnliche Überzüge, nicht als zusammenhängende, aber in Form einer fetzenartig zerrissenen und zerschließenen Haut. Auf Taf. XV kommen links im Bilde die fetzigen, durch dunklen Farbenton gezeichneten Überzüge deutlich zum Ausdruck und auch rechts sind sie in einem helleren Ton noch gut erkennbar. Die Oberfläche der fetzigen Partien ist glatt, hat eine schwarze Farbe und einen pechartigen, gegenüber den matten Rindenteilen aber recht kräftig hervortretenden Glanz, so daß sich die glänzenden Flecken von ihrem Untergrunde scharf abheben. Nimmt man die Oberfläche der Fetzen in nähere Sicht, so entdeckt man auf ihnen eine durch Friktion entstandene feine Streifung, die in sämtlichen über die Rückenfläche ausgebreiteten Fetzen die gleiche Richtung einhält und auf dem Bilde der Taf. XV von Nordwest nach Südost verläuft. Nur einzelne tiefer gehende Kritzen erreichen die Rinden-

unterlage und auch sonst kann man eine schwache Streifung noch nur auf wenigen erhabenen, von Rinde entblößten Eisenteilen auffinden. In seiner Zusammenfassung erinnert das mit Gletscherkritzten vergleichbare parallele Streifensystem der Rückenfläche sehr an den Charakter einer Rutschfläche.

Es ist aber mehr als zweifelhaft, daß hier eine durch Abgleiten eines Gegenstückes erzeugte Rutschfläche vorliegt. Die Lagerung der gestreiften häutigen Lappen oberhalb der fertigen und festen Brandrinde, die sich in der Form, wie sie vorliegt, nur auf einer offen liegenden Fläche ausbilden konnte, widerspricht ganz und gar der Voraussetzung, daß sich im gegebenen Entwicklungsstadium der Meteoritenoberfläche, also nach der Rindenbildung, eine Gegenhälfte des Eisens losgelöst habe. Wenn ein Gegenstück des Meteoriten in der Atmosphäre überhaupt vorhanden war, so muß es sich vor der gänzlichen Übrerrundung der Rückenfläche abgetrennt haben.

Die an und für sich schon fremdartigen, einer Glanzwachs verzweifelt ähnlich sehenden Überzüge können auf dem Meteoriten vor seiner Ankunft auf der Erde nicht entstanden sein und ich muß mich der Ansicht zuneigen, daß sie durch menschliches Zutun auf den Meteoriten gelangt sind. Es mag geschehen sein, daß sofort nach der Auffindung des Meteoriten dessen Rückenfläche, die zugleich seine natürliche Basisfläche ist, mit der vollen Schwere des Eisens über irgendeine schmierige Substanz hinweggeschoben und diese der Rückenfläche angerieben wurde. Hierbei sind im Bereiche der Flecken sich befindende Klüfte nicht zugedeckt worden. Das Eisen ist mit den glänzenden Flecken nach Wien gekommen. Auch auf einer in Valencia angefertigten Photographie sind die Flecken vorhanden. Man muß vermuten, daß der glänzende streifige Überzug vom Eisen während jener acht Tage erworben wurde, wo es sich in den Händen der bäuerlichen Finder befand. Das Aufreiben der schwarzen Harnische kann beim Einschlag des Eisens in die Erde kaum geschehen sein. Für die Verschmierung des Meteoriten könnte vielleicht auch eine in Valencia durchgeführte Modellierung des Eisens verantwortlich gemacht werden, worüber mir jedoch nichts bekannt ist.

Die irdische Natur der schwarzen Flecken läßt sich noch durch folgende Beobachtungen etwas näher begründen. Fährt man mit einer Stecknadel über die glänzende Fläche, so wird die problematische Substanz ohne Anwendung von starkem Druck leicht geritzt und kann ohne Kraftanwendung von der Unterlage abgestochert werden. Die abgestemmtten Krümmchen sind etwas flockig, rußschwarz abfärbend und verschmieren sich bei starkem Verreiben mit bräunlicher Farbe. Ein etwas klebriger Zustand der Substanz ist unverkennbar vorhanden. Damit steht auch die Art und Weise der Verschmierung der Substanz im Einklang. Auf jenen Rindenteilen, die von Eisenfäden dicht bedeckt sind, sieht man, wie sich die fragliche Substanz an die Fäden fest anlegt und in den Maschen sich förmlich verfängt, dabei aber Maschen ausläßt, wodurch der zerschließene fetzige Charakter der Flecken zustande kommt. Wenn man Wachs über ein feines Drahtgitter streicht, erhält man eine ebensolche zerstückelte Wachsschichte. In den mittleren Partien der Rückenfläche, wo die Rindenoberfläche mehr gleichmäßig rau ausgebildet ist, hat sich der schwarze Überzug dementsprechend lückenlos und zusammenhängend ausgestrichen. Diese Partien betreffen zugleich die tiefen und merkwürdigerweise tiefsten Einsenkungen auf der Fläche. Ein Flitterchen des Überzuges verbrennt auf dem Platinbleche nicht, es nimmt nur lichtere Färbung an, und es kann somit der Substanz wenigstens eine rein organische Natur nicht zugeschrieben werden. Wegen Mangel an Probematerial ist eine chemische Untersuchung der Substanz leider ganz ausgeschlossen.

## Rhegmaglypten.

In der vorstehend geschilderten Physiognomik des Quesaeisens habe ich seine äußeren Charaktermerkmale als einen Ausfluß seines inneren Wesens dargestellt. Die vom Meteoriten in der Atmosphäre erworbene Oberflächenskulptur ist das durch einfache Abschmelzung umgemodelte Relief der ursprünglichen Bruchfläche des Meteoriten. Im Fluge durch die Luft haben keine nennenswerten von außen wirkende Kräfte etwas Neues auf den Meteoriten gebracht, es ist Bestehendes nur verändert oder Vorhandenes nur abgetragen worden. Alle Oberflächenornamentik des Meteoriten ist bodenständig, sie formt sich in ihren groben oder auch feinen Zügen ganz und gar aus dem Grunde des Meteoriten, nämlich aus seiner Urbruchfläche heraus. Was früher an scharfen Kanten, Ecken, Spitzen, Zacken und kantig-eckigen Vertiefungen vorhanden war, erscheint jetzt vom Feuer gerundet oder glatt ausgemuldet. Die Ableitung der Oberflächenformen aus der Beschaffenheit der natürlichen Bruchflächen muß ich umso eher betonen, als sie der von Daubrée über diesen Gegenstand aufgestellten und heute noch allgemein geltenden Ansicht widerspricht, was ganz besonders die von ihm begründete Entstehungsweise der «Näpfchen» auf den Meteoriten betrifft. Daubrée läßt die «Näpfchen» «aus der erosiven Kraft der auf die Brustfläche des Meteoriten anstürmenden und in Wirbelbewegung befindlichen, erhitzten, komprimierten Luftgase entstehen» und nimmt an, daß unter hohem Drucke wirbelnde Luft das Bestreben habe, sich in den Meteoriten «einzubohren». Darnach sollen die «Näpfchen» auf den Meteoriten, die häufig fingerartigen Eindrücken ähnlich sehen, mittels mechanischer Gewalt der Luftgase ausgehöhlt worden sein und er belegte darum die «Näpfchen» auf den Meteoriten mit dem Namen «Piezoglypten», d. h. durch Druck ausgehöhlt.<sup>1)</sup> Wenn wir Daubrées Theorie über die Piezoglyptenbildung annehmen, so wäre zu erwarten, daß die vier Oktaederflächen als Brustseite des Quesaeisens von Piezoglypten bedeckt sind. Wer jedoch wellig-grubige Oberflächen — wie sie Daubrée immer vor Augen hat — auf Meteoreisenmassen beobachtet hat, wird auf dem Bilde Taf. XIV Piezoglypten im Sinne Daubrées nicht vorfinden. Man ist gewohnt, die «Piezoglypten» als glatt ausgerundete «Näpfchen» anzusehen. Die auf den Oktaederflächen des Quesaeisens erscheinenden «Gruben und Grübchen» haben einen etwas anderen Charakter. Sie sind nicht glatt ausgemuldet und lassen fast durchwegs Skulpturen des Untergrundes erkennen, ziemlich scharfe Absätze und häufig am Grunde gelegene tetraedrisch geformte hohle Ecken. Diese Beschaffenheit der Gruben zeigt uns an, daß die Brustseite noch vieles von der ursprünglichen Bruchfläche an sich trägt, auf der die Abschmelzung nicht so weit vorgeschritten ist, um alle Unebenheiten des Bruches wegzuschaffen und schließlich von Schmelze glatt ausgekleidete Mulden zu erzeugen.

Daubrées Anforderungen an die «Näpfchenbildung» widerspricht nicht nur die Gestalt der Gruben, auch die in den Vertiefungen sitzende Rinde ist von solcher Art, wie sie von «wirbelnden heißen Gasen» nicht erzeugt sein kann. Nach Daubrée müßte gerade in grubigen Teilen die größte Hitze geherrscht und hier eine schmelzig fließende Rinde erzeugt haben. Dies ist aber nicht der Fall. Die Rinde der Gruben ist eine mehr

<sup>1)</sup> Es ist hier nicht Ort und Raum, die Oberflächenstudien auf Meteoriten nach allgemeinen Gesichtspunkten zu erörtern. Ich behalte mir jedoch vor, den Gegenstand in einer erschöpfenden Form mit Beigabe von Abbildungen abzuhandeln. Vorläufig sind einzusehen: F. Berwerth, Etwas über die Gestalt und Oberfläche der Meteoriten (Festschrift des naturw. Vereins der Universität Wien 1907) und Einige Bemerkungen über die Herleitung der «Gruben» und «Grübchen» auf der Oberfläche der Meteorsteine (Tschemm. Min.-petr. Mitt., Bd. 25, 1906, p. 537).

starre nicht bis zur Schmelze erweichte Oxydationsrinde. Im Sinne Daubrées gebildete Vertiefungen fehlen gänzlich auf der Brustseite des Quesaeisens, wo ihr Erscheinen geradezu eine unerläßliche Bedingung wäre. Dagegen finden wir auf der Rückenfläche von Quesa drei Vertiefungen, die der Form von «Piezoglypten» im Sinne Daubrées gut entsprechen (s. Taf. XV). Deren Auftreten auf der Rückenfläche bedeutet jedoch für die Theorie Daubrées eine Verlegenheit, weil die wirksamen Kräfte der angreifenden Gase im Rücken des Meteoriten nicht oder nur in sehr geschwächtem Maße vorhanden waren. Für die Entstehung der drei Gruben ist eben ein anderer Umstand maßgebend gewesen, sie sind sehr flache Ausbrüche an der Eisenoberfläche, deren Ausmuldung durch die Rindenbildung wegen ihrer Flachheit, wenn auch nicht vollständig so doch annähernd erreicht ist. Die Rindenmasse ist aber auch in diesen Gruben mehr starr und nicht schmelzig geflossen, ganz gleich der Rinde in den Vertiefungen der Brustseite. Die Entstehung der kleinen tiefröhrigen Löcher auf der Brustseite wäre nach Daubrée durch Stichflammen zu erklären. Da jedoch viele Löcher dreieckige Mundränder haben und diese überhaupt durch Randwülste öfter verengt sind, muß diese Entstehung durch Flammenwirkungen entschiedenst abgelehnt werden. Wo man nun den Übergang von der rohen Bruchfläche zu allen Formen der Schmelzoberfläche lückenlos verfolgen kann, ist die Ausgestaltung der Oberflächenskulpturen allein durch die mechanische Gewalt der Luftgase nicht aufrecht zu erhalten.

Das Fehlgehen von Daubrées geistreich ausgedachter und durch glänzende Experimente mit dem Scheine der Wahrscheinlichkeit umgebener «Piezoglyptentheorie» scheint mir folgende Erwägung zu erklären. Daubrée ist bei seinen Studien über die Oberflächenformen auf den Meteoreisen von Beobachtungen an Fundeisen wie Charcas, Caille, San Francisco del Mezquitäl u. a. ausgegangen. Es ist nun bekannt, daß jahrzehnte- oder jahrhundertlang im Erdreich gelegene Meteoreisen von den auf ihnen vorhanden gewesenen feinen Oberflächenskulpturen nichts mehr erkennen lassen. Ihre gegenwärtige Oberflächenform ist ein Produkt der Verwitterung. Wie tief die Abwitterung vorgeschritten ist, läßt sich auch daraus beurteilen, daß kaum ein Fundeisen vorkommt, an dem die mehrere Millimeter dicke Veränderungs- oder Brandzone noch vorhanden ist. War ein künstliches Eisenstück mit glatten Flächen durch sehr viele Jahre der feuchten Erde anvertraut, so erzeugt der oxydierende Verwitterungsprozeß darauf die schönsten «Piezoglypten» im Sinne Daubrées. In der schlechten Auswahl des Studienmaterial finde ich auch die Ursache dafür, warum Daubrées zahlreiche Arbeiten über diesen Gegenstand an keiner Stellè auch nur Andeutungen darüber enthalten, daß die ursprüngliche Bruchform der meteorischen Eisenstücke die Ausformung der später entstandenen Oberflächenfiguren beeinflusste.

Will man die Vertiefungen auf den Meteoriten mit einem Namen belegen, der ihre Entstehungsweise zum Ausdruck bringt, so wird man die Wortbildung «Piezoglypt» aufgeben müssen, um die bisher daran geknüpften irrigen Vorstellungen über die Grubenbildung an der Oberfläche der Meteoriten zu beseitigen. Statt «Piezoglypt» möchte ich zur Bezeichnung der «Gruben, Grübchen, Näpfchen» usf. auf den Meteoriten den Ausdruck «Rhegmaglypt» anwenden, d. h. durch Bruch ausgehöhlt (*ῥήγμα* der Bruch, *γλύφω* in Stein oder Erz graben). Als «Rhegmaglypten» sind unbeschränkt alle auf dem Meteoriten vor seinem Eintreffen auf der Erde vorhandenen Formen von Vertiefungen zu bezeichnen. Die verschiedenartige Ausbildung der «Rhegmaglypten» setzt dem Ausdruck keine Grenzen, wie es die Natur der Vertiefungen verlangt, denn sie sind keine festen Gebilde, sie verändern während des Fluges durch die Luft von Sekunde zu Sekunde ihre Gestalt, verfließen wie Wellen ineinander und

glätten sich auch wie diese, wenn die Abschmelzung alle Höhen und Tiefen des Bruches auf eine Ebene gebracht hat, welcher letzterer Zustand auf manchen Meteoriten tatsächlich erreicht ist. Diese Betrachtungsweise gestattet uns auch die Entwicklung der Rhexmaglypten graduell abzugrenzen und einer schematischen Behandlung zuzuführen.

Von den Meteoreisen auf der Erde erworbene und vorhanden gewesene, aber gestaltlich abgeänderte Gruben sind zum Unterschiede von den echten Rhexmaglypten je nach der Entstehungsweise als Verwitterungs-, Erosions-, bzw. Korrosionsgruben zu bezeichnen.

### Quesatypus.

Außer am Quesaeisen sind bis jetzt an anderen im Niederfalle beobachteten Meteor-eisen keine kristallographisch orientierten Begrenzungselemente nachgewiesen worden. Oktaedrische Formen hat man bis nun nur von einzelnen Falleisen angegeben. Ihren typischen Ausdruck erhält die Gestalt des Quesaeisens durch die als Rückenhälfte entwickelte, ihre Ebenheit und Größe ausgezeichnete Ikositetraederfläche und durch die von vier Oktaederflächen gebuckelte Vorderhälfte. Nach Erkennung dieser Flächen als gesetzmäßiger Trennungsflächen wird man andere Eisenmassen von ähnlicher Gestalt, die ebenfalls eine breite ebene Fläche tragen und der eine gebuckelte Hälfte gegenübersteht, nicht mehr als Zufallsformen betrachten dürfen. Bei Überprüfung der mir zugänglichen Eisenmassen oder Modelle habe ich an folgenden Meteoreisen eine dem Quesaeisen gleichartige Formenentwicklung gefunden, es sind dies: Cabin-Creek, Agram, N'Goureyma, Sarepta, Algoma, Morito. Die drei letztgenannten Stücke sind Fundeisen. Bei sämtlichen aufgeführten Eisen ist ihre Gestalt von einer ebenen großen Fläche als der einen Hälfte und einer gebuckelten oder schildförmig gewölbten zweiten Hälfte gebildet, wobei die beiden ungleichartigen Hälften jedesmal in einer recht scharfen (Cabin-Creek, Agram, Algoma, N'Goureyma) oder abgerundeten (Quesa, Agram, Sarepta, Morito) Äquatorialkante zusammenstoßen. Die große Fläche ist in allen Fällen entsprechend eben oder auch flach gewölbt und im Falle deren Anwesenheit mit nur ganz seichten Mulden bedeckt. Die gebuckelte Hälfte ist dagegen sehr verschiedenartig ausgebildet. An Cabin-Creek lassen sich andeutungsweise oktaedrische Flächenneigungen erkennen. Auf Cabin-Creek ist sogar wie am Quesaeisen eine Flächenspur vorherrschend entwickelt, so daß auch hier das Oktaedereck exzentrisch liegt. Sonst ist der ganze Buckel von den schönsten Rhexmaglypten bedeckt. Auf Agram ist die Buckelseite beim Abreißen ganz unregelmäßig zerfetzt worden und nicht einmal ein verkümmerter Buckel stehengeblieben. Der kurzstreckig erfolgte Abriß verläuft nach einer mittleren Ebene, die gemeinsam mit der großen hinteren Fläche dem Blocke die Form einer flachgedrückten Masse verleiht, was Haidinger veranlaßte, das Agramer Eisen als eine «Gangbildung» aufzufassen. Die schönen Rhexmaglypten auf der verstümmelten Buckelseite sind eckig-kantige Hohlformen. Die Riesenmasse von Morito hat einen starken, etwas konisch geformten Buckel, der sich jedoch unverkennbar aus vier Flächen zusammenwölbt, auf denen große gestreckte Rhexmaglypten vorhanden sind. Bei Algoma und N'Goureyma sind die Buckelhälften flach gewölbt und erzeugen annähernd plattige Gestalten. N'Goureyma besitzt eine charakteristische mittlere Erhebung mit Rhexmaglypten. Algomas Buckelseite ist sehr flach, glatt und ohne Rhexmaglypten. Plattenförmige und scheibenartige Formen werden auch von anderen Eisenmeteoriten beschrieben. Ich bin geneigt, die Ansicht zu vertreten, daß auch diese mir vom Augenschein nicht bekannten plattigen Formen sich der uns im Quesaeisen gebotenen Grundform angliedern werden. Liefert nämlich der Bruch eines Oktaedriten

keine durchgreifende oktaedrische Teilung, was ja die Regel ist, und fehlt der Buckelseite eine kulminierende Spitze, so erhält das Bruchstück bei Anwesenheit der großen Gleitfläche sofort eine von zwei ungleichartigen Flächen gebildete plattige bis dick-schollige Form. Wie es scheint, ist die bucklige Hälfte auch immer zugleich die Brustseite des Meteoriten. An den im Falle beobachteten Eisen ist dies der Fall bei Cabin-Creek, Agram und N'Goureyrna. Aber auch die Modelle von Algoma, Sarepta<sup>1)</sup> und Morito tragen untrügliche Merkmale an sich, die ihre gebuckelte Hälfte als Brustseite charakterisieren.

Reiht man sämtliche oben aufgeführten Meteoreisenmassen nebeneinander, so wird es niemandem entgehen, daß sie in ihrer Formenanlage die gleichen gesetzmäßigen Bruchebenen wie das Quesaeisen aufweisen. Die große ebene Gleitfläche von Quesa ist an allen genannten Eisen in gleicher Ausbildung und Beschaffenheit vorhanden. Ebenso sehen wir an ihnen den oktaedrischen Buckel wiederkehren. An mehreren Eisen ist dieser als solcher noch deutlich zu erkennen (Cabin-Creek, Sarepta, Morito) und an den anderen (Agram, N'Goureyrna, Algoma) infolge des schlechten Oktaederbruches bis zur Unkenntlichkeit entstellt oder nur in Ansätzen dazu vorhanden.

Die große ebene Gleitfläche als Rückenfläche und die oktaedrisch gebuckelte Brustfläche sind aber für alle aufgeführten Eisen eine typische Erscheinung. Der Nachweis, ob die Gleitfläche an allen Exemplaren einer Ikositetraederfläche entspricht wie am Quesaeisen, ist bei der Unvollkommenheit der Formen nicht zu erbringen. Der gleichförmigen Gestalt aller genannten Eisenmassen wird aber sicherlich auch die gleiche Ursache zugrunde liegen und man wird annehmen dürfen, daß die so unverändert immer wiederkehrende große ebene Fläche gleich jener am Quesaeisen eine Gleitfläche nach dem Ikositetraeder ist. Da es sich empfiehlt, gleichartig geformte Meteoreisen mit einem Gruppennamen zu belegen, der stets die gleiche und gewünschte Vorstellung beim Leser erweckt, so schlage ich vor, alle Eisenmeteoriten mit den Flächenelementen des Quesaeisens als «Quesatypus» zusammenzufassen und darunter vorläufig folgende Meteoreisen einzureihen: Quesa, Agram, Algoma, Cabin-Creek, N'Goureyrna, Morito und Sarepta.

## Gemengteile und Struktur des Eisens.

Neben den normalen Gemengteilen eines Meteoreisens, Kamazit, Taenit, Plesit, Schreibersit, beteiligt sich an seiner Zusammensetzung als Übergemengteil eine Zwischenklemmungsmasse. Als letztere bezeichne ich eine zwischen den größeren Kamazitbalken in lamellarer Form und an Stellen verkümmelter Balkenbildung nesterartig eingeklemmte Substanz von dunkler Farbe. Auf der Platte (s. Taf. XVI) erscheinen die blattartigen Einschaltungen als strichartige dunkle Streifen und die unregelmäßig nesterartigen Teile als dunkle Flecken. Die lamellaren Streifen erreichen nie mehr als  $\frac{1}{2}$  mm Dicke und selten mehr als die Länge von 1 cm. In den makroskopisch erkennbaren Streifen ist die Substanz bis auf wenige kaum auffindbare Reste wahrscheinlich durch die Ätzung entfernt worden, so daß an Stelle der Zwischenklemmungsmasse jetzt leere, spaltenartig klaffende und unregelmäßige Hohlräume vorhanden sind. Eine verlässliche Probe der Füllsubstanz war selbst vom Grunde der Spältchen nicht zu erhalten. Mit einer feinen Nadelspitze wurden daraus ziemlich weiche Klümpchen hervorgeholt,

<sup>1)</sup> Haidinger hat vermutlich an demselben auch mir vorliegenden Gipsmodell von Sarepta die glatte und wenig gewölbte Gleitfläche als Brustseite «angenommen». Meine Wahrnehmungen bestimmen mich, die bucklige Hälfte als «Brustseite» aufzufassen.

die beim Verreiben auf Papier ein schwärzliches Strichpulver haben. Mit dem Mikroskop konnte man darin viele metallisch glänzende Körnchen sehen, von denen jedoch nicht mit Sicherheit anzugeben ist, ob ihre Farbe mehr weiß oder gelb ist und Schreibersit oder Troilit oder beide vorliegen. Eine Reaktion auf Schwefelwasserstoff verlief unentschieden, obwohl Salzsäure reichlich Gasbläschen entwickelte. In sehr feinen Streifen konnte mit dem Mikroskop jedoch so viel entschieden werden, daß die Füllsubstanz ein Gemenge ist und aus einer Grundmasse besteht, in der winzige Schreibersitkörnchen stecken. Die nicht weiter differenzierbare Grundmasse möchte ich in ihrem Hauptteile als Troilit ansprechen. Diese Annahme stütze ich auf die Eigenschaft des Troilit, leicht schmelzbar und in Säuren leicht löslich zu sein. Sein Anteil an der Grundmasse würde für das Verschwinden der Füllung aus den Hohlräumen eine einfache Erklärung abgeben. Aus den spaltenartigen Rinnen an der natürlichen Außenfläche wäre er durch Ausschmelzung und in jenen der künstlich angelegten Fläche auf der Platte durch Ätzung entfernt worden. Ganz ähnliche adernartige Substanzen führen sehr viele andere Meteor-eisen. Man hat sie gemeinhin als «Eisenglas» bezeichnet. Es ist noch unentschieden, ob diese allgemein auftretende Substanz einen gleichartigen Bestand hat, oder ob sie in verschiedenen Meteor-eisen eine verschiedene Zusammensetzung hat. Zweimal habe ich Anzeichen dafür gefunden, daß auch Silikate beigemischt sind. Eine genaue Bestimmung ihrer Zusammensetzung ist bisher aus Mangel an der schwierigen oder unmöglichen Beschaffung von Untersuchungsmaterial gescheitert.<sup>1)</sup> Solange eine genaue Bestimmung dieser in adernartiger Form in den Meteor-eisen vorhandenen Substanzen nicht vorliegt, wird man sie am passendsten als «Zwischenklemmungsmasse» bezeichnen. Eine solche ist sie ausschließlich. Im Quesaeisen ist sie in Gestalt der Lamellen nach den oktaedrischen Balkensystemen orientiert. Ob die Lamellen gröber oder auch ganz fein entwickelt sind, so finden wir sie immer ganz dicht und parallel den Kamazitbalken angelagert und sehen sie deren geradlinigen oder gewundenen Grenzen folgen. In größeren Partien leuchten Schreibersitkörnchen daraus deutlich als glänzende Punkte hervor. In allen mit freiem Auge erkennbaren Zwischenklemmungstreifen sehen wir sie den Taenit vom Kamazit abdrängen und wir haben die Anordnung Kamazit, Zwischenklemmungsmasse, Taenit. Der Taenit ist nur dann Nachbar des Kamazites, wenn die Zwischenklemmungsmasse fehlt. So erscheinen Kamazitbalken auf der einen Seite von Zwischenklemmungsmasse und auf der anderen von Taenit belegt. In Gegenwart der Zwischenklemmungsmasse sehen wir somit regelmäßig den Taenit näher dem Plessit verbunden und nicht mehr als Begleiter des Kamazites. Manchmal kann man auch beobachten, wie die Zwischenklemmungsmasse rundum den Kamazit umhüllt. Stößt der Zwischenklemmungstreifen auf einen querliegenden Kamazitbalken, so folgt er dessen Rand, bis ein zweiter Balken ihm wieder eine neue Richtung weist. Auf diese Weise kommt die Zickzacklinie eines Zwischenklemmungstreifens zustande. Nimmt man das Mikroskop zu Hilfe, so läßt sich die Zwischenklemmungsmasse als liniendünnere Beleg an vielen Kamazitbalken auffinden, der meist nur an einer Seite vorhanden und seltener um den ganzen Umfang der Balken herumgelegt ist. Wenn die Masse nur halbwegs substantiell wird, tritt sie als dunkle Linie zwischen dem Kamazit und Taenit deutlich hervor. Ihre Verteilung ist aber nicht nur auf das grobe Balkengerüst beschränkt, sie läßt sich als Zwischenmittel bis in die Klüfte der Kamazitkörner innerhalb

<sup>1)</sup> In den sogenannten Schreiberschen Lamellen im Eisen von Ilmae, deren Substanz jener im Quesaeisen ähnlich sieht, konnte Tschermak Troilit nachweisen. Als Troilitlamellen hat Kunz auch die an der Oberfläche des Eisens von Cabin-Creek austretenden adernartigen Streifen aufgefaßt, jedoch ohne Beweise dafür zu erbringen.

der Kamazitbalken verfolgen und mag in zarten Häutchen als Hülle um die Kamazitkörner auch dort vorhanden sein, wo sie der Beobachtung entgeht.

Der Kamazit besteht auf der vorhandenen Ätzfläche vorwiegend aus schmalen Balken (Taf. XVI). Ihre Länge beträgt im Höchstausmaße 16 mm und ihre Breite 1 mm. Im Durchschnitt schwankt die Länge der Balken zwischen 5—9 mm und ihre Breite zwischen 0.5—1 mm. Nach unten schrumpft die Länge der Balken bis auf 1 mm dicke gerundete Körner zusammen, die in ihrer Minderheit im Balkengerüste jedoch nicht aufdringlich hervortreten. Die Längskanten der Balken sind selten geradlinig, meist sind sie schwach gebuchtet bis wurmförmig eingeschnürt. Die Ausbauchung der Balken ist auf die Körnung der Balken zurückzuführen. Die Enden der Balken sind fast immer abgerundet, womit gewöhnlich eine Verjüngung der Leiste verbunden ist. Es kommt aber auch vor, daß ein Balken an einem Querbalken geradlinig abschneidet. Die Balken sind nicht homogen. Sie sind von unregelmäßig geformten, aber gleich orientierten Kamazitkörnern gebildet. Die Körner der Kamazitbalken scheidet ein unregelmäßiges, vorwaltend krummlinig verlaufendes Kluftnetz auseinander. Viele stark verkürzte Balken bestehen nur aus einem Korne und sind dann homogen. Auf den Klüften des Körneraggregates der Balken beobachtet man winzige Schreibersitkörnchen und Zwischenklemmungsmasse. Wegen Auflösung der letzteren durch die Ätzung sind die gröberen Klüfte vertieft und die Schreibersite treten erhaben heraus. Die Gegenwart der Zwischenklemmungsmasse auf den Grenzklüften der die Balken zusammensetzenden Kamazitkörner scheint mir auch für zweifelhafte Fälle folgende Beobachtung zu bestätigen. Es lassen sich nämlich von den äußeren, einen Balken einsäumenden Zwischenklemmungstreifen direkte Abzweigungen in die Klüfte zwischen den Balkenkörnern verfolgen, wodurch es sehr wahrscheinlich gemacht wird, daß die Zwischenklemmungsmasse sämtliche Balkenkörner in dünnen Häutchen umgibt. In letzter Linie scheint sie die körnige Ausbildung der Balken veranlaßt zu haben.

In sämtlichen Kamaziten erscheinen die Neumannschen Linien (Zwillingslamellen nach 112) in reichlicher Menge. Ihr Verlauf ist im Körneraggregat der Balken von den Klüften unabhängig. Sie laufen über dieselben ohne Ablenkung hinweg. Eine Zwillingslamelle durchsetzt des öfteren mehrere Körner.

Der Taenit erscheint auf der Ätzfläche in vorstehenden papierdünnen, an verdickten Stellen etwas gelblich, aber sonst mehr weiß glänzenden Leistchen. Neu ist, wie schon oben bemerkt wurde, die Beobachtung von seiner Abdrängung vom Kamazit durch Zwischenklemmungsmasse. Der Taenit erscheint diesfalls auch äußerlich ganz dem Plessit verbunden, zu dem er genetisch gehört.

Innerhalb des Taenitrahmens hat sich der Plessit ausgeschieden. Er ist entsprechend der chemischen Zusammensetzung des Quesaeisens reichlich vorhanden. Nach seiner beiläufigen Abschätzung steht seine Masse zu jener des Kamazit im Verhältnis 1.5 : 1.

Der Aufbau der Plessitfüllungen ist nicht durchwegs gleichartig. In einem Teile derselben gewahrt man eine ungewöhnliche zonare Gliederung. An die inneren Ränder der Taenitbleche legt sich eine schmale, dunkel gefärbte, matte und glanzlose Zone, bestehend aus feinen Körnchen gleicher Art an. Beimengung von Taenit in irgendeiner Form ist darin nicht aufzufinden. Eine dünne oberste Schicht der Zone ist bei der Ätzung in Lösung gegangen und sie umschließt als flach grabenartig vertieftes Band die Kernmasse des normalen Plessit. Die Körnchen der matten leicht löslichen Zone muß man wohl als Kamazit ansprechen, der zur Ausscheidung gelangte, als die Eisennickelmischung durch Abgabe von Nickel an die Taenitstreifen nickelarm geworden war, um

wieder Kamazit zu liefern, und zwar so lange, bis nach dessen Ausfall das eutektische Verhältnis des Plessitgemenges erreicht war. In der Mehrzahl der Plessitfelder mit dem Kamazitbande folgt auf dieses normaler Plessit ohne Wiederholung einer Kamazitanreicherung. Das Innenfeld des Plessites ist dann ein fein kristallines Gemenge von Kamazit und Taenit, in dem man bemerken kann, daß der Taenit mehr kurzen Strichelchen als gerundeten Körnchen ähnlich sieht. Alle normalen Plessitpartien haben einen vom Taenit herrührenden, schwach gelblich metallisch schimmernden Glanz, der gelegentlich durch matte glanzlose kamazitreiche Stellen abgedämpft wird. Gar nicht so selten kann man schon makroskopisch einen zierlichen oktaedrischen Bau der Plessitmasse erkennen, der sich partienweise so verfeinert, daß selbst mit dem Mikroskope nur mehr ein feinkörniges Gemenge von Taenit und Kamazit gesichtet werden kann. Außer den Plessitzwickeln mit einer Kamazitrandszone und normaler Kernfüllung kann man auch solche auffinden, in denen ein zwei- bis dreifacher Wechsel von Kamazit mit echten Plessitzonen vorkommt und öfter der Kern des Gesamtfeldes aus Kamazit besteht. Zwischen den beiderlei Zonen besteht jetzt keine scharfe Trennung, sie mischen sich am Rande und der zonare Charakter der Plessitausfüllung wird uns durch den inmitten der plessitischen Zone vorhandenen Taenit unterscheidbar gemacht. Auch in vielen normalen Plessitfeldern treten fleckenartige Aussonderungen von Kamazit hervor. Es läßt sich aus allem schließen, daß die Gesamtmasse der Plessitfelder zwar einen gleichmäßigen Gehalt an Kamazit und Taenit führen, der aber lokal eine verschiedene Entmischung beider erfahren hat. Schließlich ist anzuführen, daß in vielen Plessitfeldern kleine, nach Oktaederflächen orientierte spießig geformte Kamazitbälkchen mit Taenitbekleidung ausgeschieden sind.

Der Schreibersit ist in kleinen Mengen im Eisen allgegenwärtig und an den Kamazit gebunden. Er steckt als Einschluß in demselben und verbreitet sich darin netzartig als Kluftfüllung zwischen den Körnern, sammelt sich in Form kleiner Hieroglyphen zu Nestern, in deren Umgebung dann eine Verkümmerng der Balken und Körnung eintritt. Streckenweise belegt er die Ränder der Balken unter Abdrängung des Taenit. In Gestalt von Körnern gehört er auch der Zwischenklemmungsmasse an und ist selbst auf den schmalen Klüftchen zwischen den Kamazitkörnern auffindbar. In den zentralen Teilen eines Kamazitbalkens ist er zuweilen als wolkiges Staubbäufchen ausgeschieden.

Die Ausscheidung der Gemengteile ist in folgender Reihe erfolgt: Schreibersit, Zwischenklemmungsmasse, Kamazit, Taenit, Plessit. Es ist wahrscheinlich, daß die Zwischenklemmungsmasse sich erst nach der Kamazitausscheidung verfestigte. In ihrer Vereinigung bilden Kamazit, Taenit und Plessit eine Eisenmasse von normalem oktaedrischen Gefüge (s. Taf. XVI) und die Balkenbreite der Kamazite verweist das Eisen in die Reihe der feinlamelligen Oktaedrite (Of). Nach Rinne wäre das Quesaeisen ein feinlamelliger hypetroper Lacunit.

Längs der Oberfläche ist die Brandzone in guter Entwicklung vorhanden. Ich wähle den Ausdruck Brandzone statt Veränderungszone, weil mit diesem Ausdruck die Entstehung der randlichen Veränderung in der Eisenmasse durch Erhitzung angedeutet wird. Die auf der vorhandenen Platte rundum verlaufende Brandzone hat eine verschiedene Breite. Im allgemeinen läßt sich bestimmen, daß die Veränderung entlang der Brustseite tiefer vordringt als auf den der Rückenfläche naheliegenden Stellen und im besonderen an ausgebauchten Randstellen, entsprechend den Erhöhungen auf der Oberfläche, und wieder schwächer ist an den Randmulden, die mit den Vertiefungen der Oberfläche korrespondieren. In den Wellenbergen des Brustrand es erreicht die Brand-

zone eine Breite von 9 mm und am Grunde eines Wellentales 6 mm, während sie längs des Randes an der rückwärtigen Fläche 6 und 4 mm beträgt. Dieser Wechsel in der Breite der Randzone deckt sich vollkommen mit dem oben besprochenen Vorgange der Abschmelzung auf der Oberfläche des Meteoriten. Kanten und Buckel auf der Oberfläche werden stark erhitzt und stark abgeschmolzen, die vertieften Stellen weniger erhitzt und wenig abgeschmolzen. Die geringere Erhitzung der Rückenfläche eines Meteoriten hat man aus der verschiedenen Rindenart der beiden Meteoritenhälften schon lange erkannt, während die verschiedene Grädigkeit der Hitzewirkung auf Erhebungen und in den Vertiefungen der Meteoriten, wie sie sich eben auch in der wechselnden Stärke der Brandzone ausdrückt, bisher unbeachtet geblieben ist.

Durch die in der Atmosphäre stattgefundene Oberflächenerhitzung erfährt nur der Balkenkamazit eine gut erkennbare strukturelle Umwandlung. Im Taenit und dem Plessit kann man mit den gewöhnlichen Hilfsmitteln auch nicht Spuren einer Veränderung auffinden, obwohl an den Kamazitpartikeln des Plessites innerhalb der Brandzone eine solche voraussichtlich eingetreten ist. Der Kamazit der Balken hat sich wie in allen bekannten Brandzonen, in ein Aggregat kleinfetziger Körnchen umgesetzt, an denen wiederholt einzelne geradlinige Kanten erscheinen. Die Neumannschen Linien fehlen den neugebildeten Kamazitkörnern. Nach den wichtigen experimentellen Untersuchungen von Fraenkel und Tammann<sup>1)</sup> ist der aus meteorischem Kamazit durch die Oberflächenerhitzung des Meteoriten entstandene Fetzenkamazit der Brandzone (von mir in einer früheren Arbeit als Kamazit  $\beta$  bezeichnet) mit technischem Nickel-eisen im Zustandsfelde des technischen  $\gamma$ -Nickeleisens identisch.

### Chemische Analysen.

Von dem in Valencia abgetrennten 30 g schweren Stücke sind mehrere Bauschanalysen von Peset, Cohen und Fahrenhorst ausgeführt und von Cohen<sup>2)</sup> zusammengestellt worden. Das beobachtete Mengenverhältnis von Kamazit, Taenit und Plessit wird am Zutreffendsten von den durch Fahrenhorst gefundenen Analysenzahlen ausgedrückt. Nach Ausscheidung der dem Schreibersit zukommenden Gemengenteile hat das Quesaeisen folgende Zusammensetzung: Fe 88.36%, Ni 10.55%, Co 1.05%, Cu 0.04%.

<sup>1)</sup> Fraenkel und Tammann, Über meteorisches Eisen. Zeitschr. f. anorgan. Chemie, Bd. 60, 1908, p. 416.

<sup>2)</sup> E. Cohen, Meteoritenkunde 1905, Heft III, p. 306.

## Erklärung der Tafeln.

### Tafel XIV.

Bild 1. Gesamtansicht des Hemioktaeders, zugleich die Vorder- oder Brusthälfte des Meteoriten. Die zu einer Kante ausgezogene, exzentrisch liegende Ecke ist nach vorne gekehrt. Davon sieht man die Oktaederkanten nach oben und unten und nach links und rechts auslaufen. Die auf III stark hervortretenden zwei parallelen dunklen Streifen entsprechen Wachseinlagen, mittels denen die drei Teile des Eisens zur Gesamtform vereinigt wurden. Die Schnittebenen liegen parallel der Fläche I II. Die Kanten und Ecken sind durch Abschmelzung stark gerundet und der in der Anlage vorhandene quadratische Umriß der Gesamtform nähert sich einer Kreislinie. Typische Grubenbildungen bekannter Art fehlen auf der Oberfläche. Auf der großen Fläche III sieht man einige hellfarbige Rippen mit dazwischen liegenden ungleichartig geformten Vertiefungen und nahe der rechten Ecke eine treppige Übersetzung von einer höheren auf eine tiefere oktaedrische Blattlage. Treppig abgestufte Ebenen tragen auch die Flächen I II (im Bilde weniger ersichtlich) und I I I (im Bilde deutlich ausgeprägt). Die meist auf Erhöhungen sitzenden kleinen röhrligen Löcher sehen im Bilde auf III fälschlich Warzen ähnlich. Die Fläche I I I ist von einer größeren Mulde gebildet, die Ausbuchtung der Kante gegen III veranlassend. Der an der Kante zwischen I I I und I I I liegende weiße Fleck entspricht einer künstlich angefeilten Ebene. — Verkleinerung  $\frac{1}{2}$ .

Bild 2. Keilform des Meteoriten, gesehen von der Seite auf die Fläche I II, abgegrenzt von den Kanten I I I : I I I und I I I : I I 2. Liegt auf der Rückenfläche (Iksitetraeder), deren schwache Wölbung von der Mitte nach den Rändern, entlang der unteren Kante, gut sichtbar ist, ähnlich der Basisfläche eines Brotlaibes. Gegen die Keilspitze hin sieht man von der oberen Kante Büschel von Eisenfäden herabströmen.

### Tafel XV.

Gesamtansicht der Hinter- oder Rückenhälfte des Meteoriten, bestehend aus einer einzigen großen, durch Gleitung entstandenen ebenen Fläche. In deren Mitte drei typische, aber sehr seichte Gruben, von denen die zwei unteren schneideartige Einschnitte tragen, wie ein solcher links von den Gruben inmitten des Bildes vorhanden ist. Am Rande der rechten Bildhälfte sieht man deutlich die von vorn nach rückwärts übergreifenden Schmelzwälle, stellenweise mit dichten Büscheln von Schmelzfäden. In der Mitte oben eine große, von Rinde künstlich entblößte Stelle, deren solche von kleinem Umfange noch mehrfach vorhanden sind und die Dünne der Schmelzrinde anzeigen. Die spaltenartige Zerspaltung der Brandrinde ist über die gesamte Oberfläche hinweg zu beobachten. An der durch Abscheuerung von Rinde befreiten, daher hell erscheinenden linken Kante der obersten Grube sieht man eine Rindenspalte deutlich durch die im Eisen aufsitzende Ader in Verbindung gebracht. In der linken Bildhälfte machen sich die von außen auf die Fläche angeriebenen zerschlossenen Fetzen und in den mittleren Partien auch die auf ihnen von NW—SO verlaufende Streifung bemerkbar. Verkleinerung  $\frac{7}{10}$ .

### Tafel XVI.

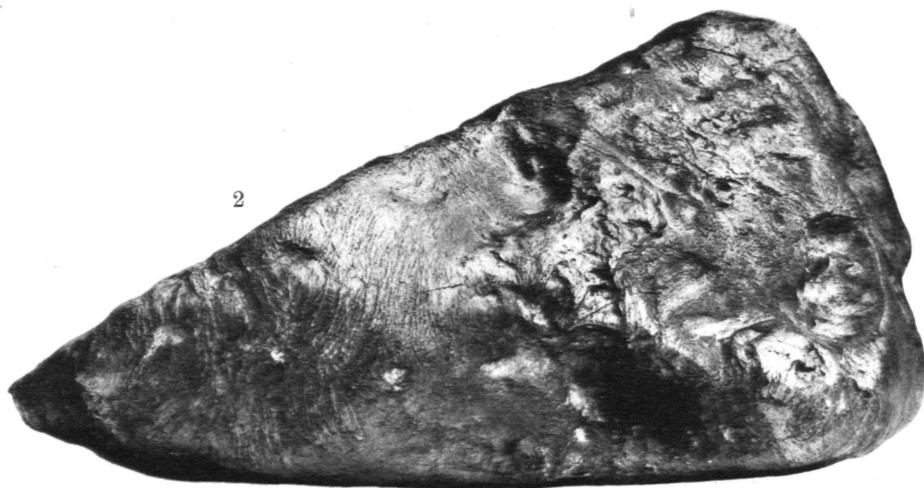
Strukturbild des Eisens auf einer parallel der Oktaederfläche I I I (siehe Tafel XIV) verlaufenden Ätzfläche. Strukturform eines feinlamelligen Eisens. Breite, lappig geformte Kamazite geben deutlich die Körnung zu erkennen. Feine dunkle Linien, fast immer parallel einem Balkensysteme verlaufend, zeigen Zwischenklemmungsmasse an, deren Ausstreichen an der Oberfläche die Zerspaltung der Brandrinde veranlaßt. Rundum am Rande der Eisenplatte ist die Brandzone sichtbar. Am langen, ziemlich gerade gestreckten Rande, der parallel der großen Oktaederfläche zu liegen kommt, gewahrt man in den Buckeln das Anschwellen und in den muldigen Einsenkungen das Abschwollen der Brandzone. Die Verschiebung in der Breite der Brandzone beruht auf der stärkeren Erhitzung der erhabenen Oberflächenteile als des tiefgelegenen Grundes der Gruben.

## Tafel XVII.

- Bild 1. Linkes oberes Viertel des Bildes von der Rückenfläche auf Tafel XV. Zeigt eine von Rinde entblößte Stelle des Eisens, ferner die Strömung der Eisenfäden und die fremdartigen, im Gewebe der Eisenfäden hängenden fetzigen Partien. Letzteren entsprechen auch die dunklen Ränder der Gruben. Parallelstreifung ist nur in den Fetzen vorhanden. Natürliche Größe.
- Bild 2. Vergrößerung der Ätzfläche. Eingestellt auf die innere Grenze der Brandzone. In das Auge zu fassen ist die Stelle, wo der Kamazit in fünf Balken desselben Systems am Rande matt und flüchtig geworden und in seiner nach innen gekehrten Hälfte aber hell und von der Oberflächenhitze unberührt geblieben ist. Die natürliche Breite der Brandzone beträgt an dieser Stelle 6 mm und kommt etwas nach rückwärts in den Bereich der Äquatorialkante zu liegen. Vergrößerung  $1\frac{1}{2}\times$ .
-



1



2

Negativ 1. v. Dr. R. Koechlin.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.



Friedr. Berwerth: Das Meteoreisen von Quesa.

Taf. XV.

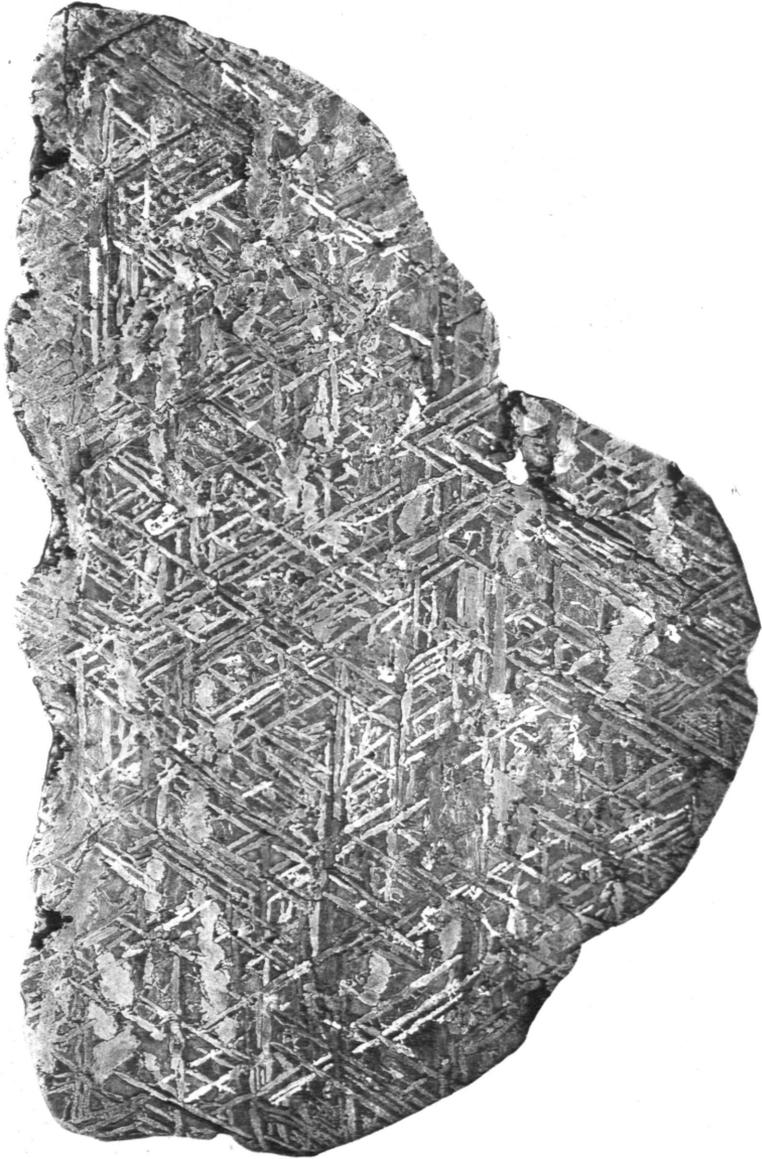


Negativ v. Dr. R. Koechlin.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Annal. d. k. k. Naturhist. Hofmuseums, Band XXIII. 1909.

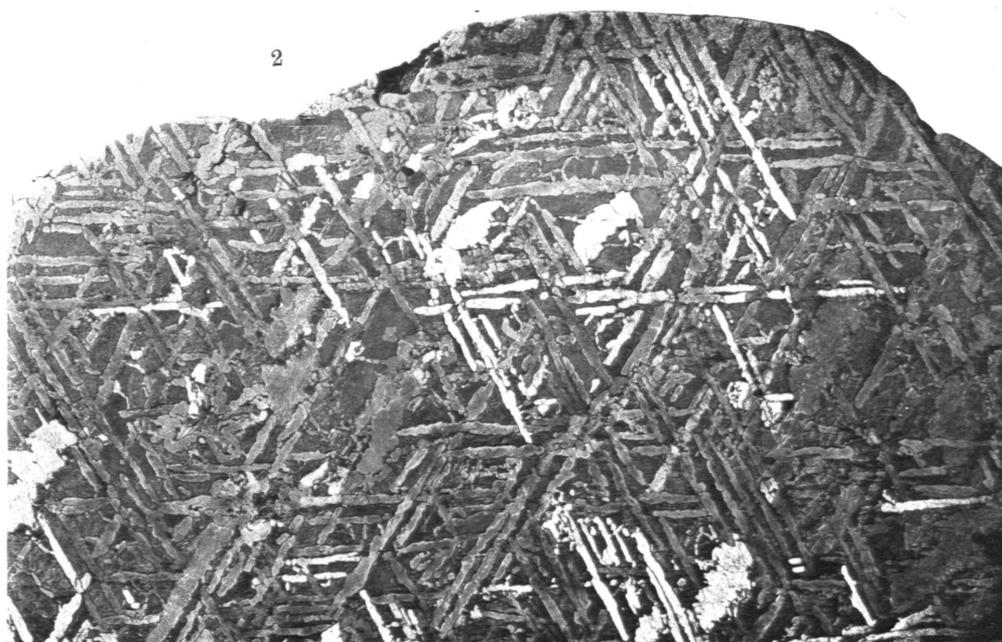




Negativ v. Dr. R. Koechlin.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.





Negative v. Dr. R. Koechlin.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.