

Die Meteorite.
(Aerolithen, Sternschnuppen.)

Von

PROFESSOR DR. WILHELM TINTER.

Vortrag, gehalten am 31. Jänner 1872.

Die schönste sich darbietende Erscheinung lässt bei öfterer Wiederholung derselben den Menschen schliesslich gleichgiltig; ganz unbekümmert um dieselbe geht er seinem eigentlichen Berufe nach. Das mit dem zahllosen Heere der Sterne übersäte blaue Himmelsgewölbe bietet so reichhaltiges Materiale zum Nachdenken, zum Bewundern; und wie wenige Menschen sind zu finden, welche beim Betrachten dieses herrlich strahlenden Kuppelbaues zu einem Nachdenken über die Natur der Himmelskörper, über die Gesetze ihrer Bewegungen, über die gegenseitige Einwirkung derselben u. s. f. geführt werden; die meisten lässt dieses gleichgiltig, kaum, dass sie sich bei einem flüchtigen Anblicke des gestirnten Himmels zu einem Ausdrucke der Anerkennung, dass der Weltenbau doch schön sei, zu erheben vermögen; der nächste Augenblick bindet sie schon wieder an die Scholle Erde. Erst dann, wenn seltene Erscheinungen, etwa Sonnen- oder Mondesfinsternisse stattfinden, oder solche Erscheinungen eintreten, welche gleichsam als tolle Willkür in das zarte Getriebe der ewigen Weltordnung einzugreifen scheinen, erst dann wird die Menge angespornt, den Blick länger

an jene Stelle nach dem Himmelsdome zu richten, wo diese Erscheinung auftrat.

Zu solchen Erscheinungen, welche an Pracht, an Mannigfaltigkeit der Farbe, an der Eigenthümlichkeit ihres Auftretens, ihrer Bahnen und ihres Verschwindens nicht nur dem beobachtenden, sondern auch schon dem gewöhnlichen Menschen auffallen, gehören die sogenannten Meteorite, die kosmischen Meteore welche sich erst seit kurzer Zeit das Recht, als Glieder der unendlichen Kette der Weltenkörper zu gelten, erworben haben.

Das unausgesetzte Beobachten dieser Erscheinungen, das Verwerthen des Beobachtungsmateriales durch hervorragende Gelehrte hat es zur Gewissheit gemacht, dass die mit donnerartigem Getöse zum Erdboden niederstürzenden Aerolithen, die mit reizender Farbenpracht am Firmamente hinziehenden Feuerkugeln und endlich die sporadisch oder in unzählbarer Menge mit fixsternähnlichem Glanze auftretenden Sternschnuppen oder Fallsterne in eine und dieselbe Classe von Phänomenen gehören.

Die erstgenannte Gattung dieser Erscheinungen die Aerolithen, haben für uns eine noch ganz besondere Bedeutung dadurch erlangt, dass sie die einzigen von den zahllosen Himmelskörpern sind, welche mit unserer Erde in Berührung kommen und so eine Untersuchung nach jeder Richtung hin gestatten.

Die Untersuchung der verschiedenen, auf unsere Erde gefallenen Meteorsteine ergab folgende Mineralien

als Einzelbestandtheile: Meteoreisen, etwas nickelhaltig, Taurit, ein mehr Nickel enthaltendes Eisen, Rhabdit, Phosphornickeleisen, Schreibersit, eine Verbindung von Phosphor, Nickel und Eisen, Graphit, Einfach Schwefeleisen, Magnetkies, Chromeisenerz, Quarz, Olivin, Augit, Anorthit. Die grössere oder geringere Menge des in den Meteoriten auftretenden Eisens begründet den Unterschied in sogenannte Eisen- und Steinmeteorite.

Die Dichte der Meteorite schwankt zwischen 1·9 und 8·0. Nach Daubré sollen die Meteorite nach dem Vorhandensein oder nach dem Mangel des metallischen Eisens am einfachsten einzutheilen sein; er unterscheidet daher Sideriten und Asideriten, wovon erstere nach der Menge des metallischen Eisens zu den anderen Stoffen wieder weiter untergetheilt werden.

Mit der Untersuchung der Aerolithen hat sich hauptsächlich einer unserer heimischen Gelehrten, Ritter v. Haidinger, befasst. Nach ihm geschieht der ältesten Erwähnung vom Himmel herabgefallener Meteorite im 15. Buche der Ilias; die beiden Ambosse, von denen an genannter Stelle Jupiter spricht, sollen Meteorsteine sein. Noch im 12. Jahrhunderte sollen nach Eustathus Zeugnisse diese beiden Ambosse gezeigt und der Tradition zu Folge als vom Himmel gefallene Steine angesehen worden sein. Nach Burton's Untersuchungen wäre der schwarze Stein in der Kaaba zu Mekka auch ein Meteorit von unbekannter Fallzeit, jedoch von hohem Alterthum. Wir wollen hier nur noch der berühmten

Steinfälle von Ensisheim und von l'Aigle Erwähnung thun. Ersterer ereignete sich am 7. November 1492 und gibt durch die damals gemachten Aufschreibungen einen Einblick von der Meinung über solche Erscheinungen. In der Kirche zu Ensisheim hängt neben dem Fragmente des Meteorites eine Tafel, welche folgendes besagt: „Anno Domini 1492 uff Mittwochen nächst vor Martini den siebenten Tag Novembris geschah ein seltenes Wunderzeichen. Denn zwischen der eilften und zwölfften Stund zu Mittagszeit kam ein grosser Donnerklopf und ein lang Getöss, welches man weit und breit hörte und fiel ein Stein von den Lüften herab bei Ensisheim in ihrem Bann, der war 260 Pfund und war der Klopf anderwo viel grösser denn allhier. Da sah ihn ein Knabe, in einen Acker im oberen Feld, so gegen Rhein und Ill zeucht, bei dem Gisingang gelegen, schlagen, der war mit Weizen gesäet und that ihm kein Schaden, als dass ein Loch innen würd. Da führten sie ihn hinweg und ward etwa maunig Stück hievon geschlagen; das verbot der Landvogt. Also liess man ihn in die Kirche legen, ihn willens dann zu einem Wunder aufzuhengen und kamen viele Leute allher, den Stein zu sehen; auch wurden viel seltsam Reden über den Stein geredet. Aber die Gelehrten sagten, sie wissen nicht, was es wäre, denn es wär übernatürlich, dass ein solcher Stein sollt von den Lüften herabschlagen, besonders es wär ein Wunder Gottes, denn es zuvor nie erhört, gesehen, noch beschrieben gefunden wär. Da man auch den Stein fand, da lag er bei halb Maunestief in

der Erden, welches jedermann dafür hält, dass es Gottes Wille war, dass er gefunden würde. Und hat man den Klopff zu Lucern, zu Pfiffingen und sonst an vielen Orten so gross gehört, dass die Leut meinten, es wären Häuser umgefallen. Darnach uff Montag nach Katharina gedachten Jahres als König Maximilian hier war, hiessen Ihre königliche Excellenz den Stein in's Schloss tragen und als man ihn darein brachte, hielt er Excellenz viel Kurzweil mit dem Stein und da er lange von dem Stein mit den Herrn redt, sagte er, die von Ensisheim sollten ihn nehmen und ihn heissen in der Kirche aufhenken und niemands davon lassen schlagen. Doch nahm er Excellenz zwei Stück davon, das eine für sich, das andere schickte er Herzog Sigmunden von Oesterreich. Und war eine grosse Sage von dem Stein, also hinck man ihn in den Chor, da er noch henkt. Auch kam eine grosse Welt den Stein zu sehen.“

Der Steinfall von l'Aigle ereignete sich am 26. April 1803; er erlangt deswegen eine Bedeutung, weil durch die Untersuchungen über denselben eine ganze gelehrte Körperschaft, die französische Akademie der Wissenschaften nämlich, von den Zweifeln darüber, dass wirklich Steine vom Himmel herabfallen können, gründlich geheilt wurde. Am vorhin genannten Tage sah man zwischen 1—2 Uhr Nachmittags zu Alençon, Falaise und Caen eine Feuerkugel, welche sich von SO. nach NW. bewegte. Einige Augenblicke später vernahm bei l'Aigle im Orne-Departement eine aus einem kleinen Wölkchen stammende, etwa 5—6 Minuten andauernde

Explosion von bedeutender Heftigkeit, jedoch ohne Lichterscheinung. Die niedergefallenen Steine fanden sich in einem elliptischen Umkreise von 1—2 Meilen Länge u. zw. 2—3000 an der Zahl. Der schwerste von den aufgefundenen Steinen wog 18 Pfd., der kleinste 8 Gramm.

Von dem Jahre 1852 bis Ende 1869 sind nach den genauesten Erhebungen 309 Meteorite von bekannter Fallzeit niedergefallen; zu beachten ist, dass nach Haidinger's Untersuchungen die Zahl der Nachmittagsfälle jene an Vormittagen um 40 $\frac{0}{0}$ übersteigt.

Welches ist nun die wahre Natur dieser zu uns gelangenden Aerolithen? Von vorne herein sei bemerkt, dass wir im vorliegenden Falle das eine von den wenigen Beispielen in der Geschichte der Wissenschaft vor uns haben, dass die ältesten Ansichten hierüber die richtigen waren, welche erst nach Jahrtausenden wieder erkannt werden mussten.

Hören wir zunächst, was die Alten hierüber sagen. Diogenes von Apollonia lehrte, dass sich unter den sichtbaren Sternen zugleich unsichtbare durch den Raum bewegen, welche unter gewissen Umständen auf die Erde herabstürzen können.

Andere meinten dagegen, die Meteorsteine kämen aus der Sonne, während Aristoteles selbe einfach als Steine betrachtet wissen wollte, welche zufällig von heftigen Winden in die Höhe gewirbelt worden seien; noch Andere gab es, welche sie als Auswürflinge von feuerspeienden Bergen ansahen. Aeusserst treffend bemerkt im Mittelalter hierüber Paracelsus. Er sagt: „Woraus

fallen die Stein? Vom Himmel, nicht dass sie hinaufkommen oder aufgehoben werden von der Erde in die Luft. Fallt herab Stein, Eisen o. dgl., so ist's aus der Sonne oder desselbigen Planeten, derselbe gebiert in ihm und in ihm liegt das, als die Eigenschaft solcher Dinge aufweist.“

Der Steinfall bei Mailand im Jahre 1660 gab zu einer neuen Quelle der Herkunft der Meteorite Veranlassung; von dem Italiener Paolo Maria Terzago wurde die Ansicht ausgesprochen, dass die Aerolithen Mondsteine sein könnten, welche aus den Mondvulkanen ausgeschleudert werden. Hiemit mag eine von Humboldt mitgetheilte, durch Andreo de Nerciat übermittelte Meinung der Bewohner in Syrien zusammenhängen, welche bei hellen Mondscheinnächten Steinfälle besorgen. Es währte nicht mehr lange, als von Montanari behauptet wurde, dass die Meteoriten kosmischen Ursprunges seien; es war dies 1776. Die beiden Gelehrten Halley und Maskelyne sprachen sich eben so entschieden aus, dass die Meteormassen aus dem allgemeinen Weltenraume zu uns gelangen und hiemit war man also zur Ansicht Diogenes, als der richtigen, zurückgekehrt. Diese gewiss leicht begreifliche Ansicht über den Ursprung der Aerolithen fand aber merkwürdigerweise kein rechtes Vertrauen, ja selbst die Pariser Akademie der Wissenschaften und mit ihr eine grosse Zahl Gelehrter glaubte gar nicht einmal an Steinfälle. Der bekannte Lichtenberg sprach in einer Unterredung mit Chladni von den Meteoriten wie von

einem elektrischen Meteore; von letzterem auf das Unstatthafte dieser Erklärung aufmerksam gemacht, that er dann folgende bemerkenswerthe Aeusserung: Man wisse eigentlich nicht, was man aus den Feuerkugeln machen solle, vielleicht dürften sie gar nicht einmal tellurischen, sondern kosmischen Ursprunges sein, ähnlich den Kometen, welche man anfänglich auch für die Producte der irdischen Atmosphäre gehalten habe.

Chladni schenkte nun den Aerolithen, durch die Unterhaltung mit Lichtenberg hiezu angeregt, eine ganz besondere Aufmerksamkeit; eine im Jahre 1794 veröffentlichte Schrift hierüber enthält das Resultat seiner Forschungen, das sich in dem Satze gipfelt, dass Meteor-massen auf den Erdboden fallen können, wenn sie eben in die Nähe der Erde gekommen sind. Er sagt nämlich: „Es sind viele in kleineren Massen angehäuften groben Materien, ohne mit einem grösseren Weltkörper in Verbindung zu stehen, in dem allgemeinen Weltenraume zerstreut, in welchen sie sich, durch Wurfkräfte und Anziehung getrieben, so lange fortbewegen, bis sie etwa einmal der Erde oder einem anderen Weltkörper nahe kommen, und von dessen Anziehungskraft ergriffen, darauf niederfallen. Durch ihre äusserst schnelle, noch mehr durch die Anziehung der Erde beschleunigte Bewegung muss nothwendig wegen der heftigen Reibung in der Atmosphäre eine so starke Electricität und Hitze erzeugt werden, wodurch sie in einen brennenden und geschmolzenen Zustand gerathen, eine Menge Dünste und Luftarten sich darin entwickeln, welche die Masse

zu einer ungeheuren Grösse aufblähen, bis sie endlich bei noch stärkerer Entwicklung der elastischen Flüssigkeiten zerspringen muss.“

Auch Howard erklärte sich im Jahre 1802 dafür, dass Steine auf die Erde herabfallen können und ein Jahr später hatte bereits Klaproth eine Analyse des Steines von Siena ausgeführt, zögerte aber mit der Veröffentlichung, aus Furcht, „es könnte hiedurch ein gelehrter Streit wachgerufen werden, da man ja ohnehin geneigt sei, das Factum für ein Märchen zu halten“.

Der schon erwähnte Steinfall bei l'Aigle zerstreute endlich die letzten Zweifel, welche man in das Herabfallen der Meteore setzte. Die Pariser Akademie fasste auf Anregung Fourcroy's den Beschluss, eine Commission an Ort und Stelle zur Prüfung der eingelangten Berichte zu entsenden, wozu der Gelehrte Biot ausersehen wurde, der nun für die volle Wahrheit der Berichte über diesen Steinfall einstand.

Fast gleichzeitig mit der Anerkennung der Thatsache, dass Meteorsteine wirklich zur Erde fallen, wurden auch Hypothesen zur Erklärung dieser Erscheinung laut, unter anderem gewann jene wieder das meiste Vertrauen, welche die Meteorsteine als Auswürflinge der Mondvulkane erklärte; der berühmte Olbers schloss sich auch dieser Meinung an. Die von den Gelehrten Poisson, Biot, Laplace und Olbers angestellten Rechnungen ergaben für die Anfangsgeschwindigkeit eines Körpers, der, soll er aus dem Bereiche der Anziehungskraft des Mondes heraus und in jene der

Erde gelangen, 7558 Fuss. Olbers erkannte jedoch, dass durch diese Anfangsgeschwindigkeit sich keineswegs die Geschwindigkeit erklären lasse, mit welcher die meisten Meteorite auf der Erde ankommen; es würde, wenn sich ein Meteor mit 5 geogr. Meilen Geschwindigkeit in der Secunde bewegte, eine anfängliche Wurfkraft von nicht weniger als 110.000 Fuss hiezu gehören, ein Argument, welches wohl schon das Ungeheimte der gemachten Annahme zur Genüge darthut. Die ferneren Untersuchungen hierüber ergaben, dass, eine solche Wurfkraft auch zugegeben, ein Meteor in den seltensten Fällen in gerader Richtung zur Erde geführt, sondern meist in einer elliptischen oder parabolischen Bahn die Erde umkreisen wird. Heute dürfte wohl kaum noch einer den gelehrten Ständen Angehöriger zu finden sein, der daran, dass die Meteore, welche auf unsere Erde gelangen, kosmischen Ursprunges sind, zweifeln würde.

Gewiss werden alle Bewohner der Erde die schöne Lufterscheinung, welche unter dem Namen „Sternschnuppe“ bekannt ist, wahrgenommen haben; wer hätte auch nicht schon bemerkt, dass von den unzähligen, am Firmamente gleichsam befestigten Sternen sich einer plötzlich löse, um mit einer bedeutenden Geschwindigkeit in einer meist lothrechten Richtung zur Erde niederzufallen, dass er gleichsam seinen Ort am Himmel zu ändern scheine und dass diese Erscheinung gewöhn-

lich schon verschwunden ist, bevor das beobachtende Auge Zeit gefunden hat, sich den Ort des Ausganges und Verschwindens zu merken.

Bei einiger Aufmerksamkeit, welche man diesen Erscheinungen zuwendet, wird man sehr bald die Thatsache erkennen, dass die Sternschnuppen entweder einzelt an den verschiedenen Stellen des Himmels sichtbar sind, ohne eines Gesetzes für ihre Wiederkehr und ihre Richtung, oder aber, dass sie in grösserer Menge von bestimmten Orten des Himmelsgewölbes zu kommen scheinen und sich durch regelmässige Wiederkehr auszeichnen; das Erkennen dieser Thatsache rechtfertigt die Annahme zweier Arten von Sternschnuppen, u. z. der sporadischen und periodischen oder systematischen.

Es darf uns daher gar nicht Wunder nehmen, wenn in dem grauen Alterthume bereits dieser Erscheinung gedacht wird. In der Iliade findet sich eine diesbezügliche Stelle, welche die grosse Geschwindigkeit, mit welcher die Götter von ihren Sitzen zur Erde niedersteigen, mit dem raschen Fortschliessen der Sternschnuppen vergleicht. Aeusserst poetisch verbindet die nordische Mythe die Sage vom Schicksale des Menschen mit den fallenden Sternen. Es heisst folgendermassen: Werpeja, die Spinnerin, beginnt den Schicksalsfaden des neugebornen Kindes am Himmel zu spinnen, und jeder Faden endet in einen Stern. Naht nun der Tod des Menschen, so reisst sein Faden und erlebend fällt der Stern zur Erde nieder.

Die Häufigkeit des Eintretens dieser Erscheinung mag wohl mit Ursache gewesen sein, dass man diesem Phänomen so wenig Aufmerksamkeit gezollt hatte; denn erst im Jahre 1797 wurde mit der eigentlichen wissenschaftlichen Forschung hierüber begonnen.

Brandes, Benzenberg und Olbers waren es zunächst, welche beim Eintreten dieser Erscheinung Zeit und Ort des Entstehens und Verschwindens, den Lauf und die Höhe, in welcher diese Meteore verschwinden, zu bestimmen suchten.

Die bedeutende Geschwindigkeit, verbunden mit der kurzen Dauer der ohnehin ganz unverhofft eintretenden Erscheinung bringt es mit sich, dass eine gründliche Beobachtung derselben äusserst schwierig wird.

Zunächst wollen wir bei der Erscheinung selbst ein wenig verweilen. Die Helligkeit der Sternschnuppen ist sehr verschieden. Es finden sich alle Abstufungen von den mit freiem Auge eben noch sichtbaren, den Fixsternen 8.—9. Grösse ähnlichen bis zu jenen, welche an Glanz die prachtvollsten Gestirne des Himmels, den Jupiter und die Venus, bedeutend überstrahlen, oft eine der Leuchtkraft des Mondes gleichkommende Lichtintensität entwickeln.

Allein mit den mit freiem Auge noch sichtbaren Sternschnuppen ist keineswegs die eine Grenze geschlossen, sondern durch das Fernrohr werden uns noch Sternschnuppen, die sog. telescopischen, sichtbar gemacht, welche die Helligkeit der Fixsterne 9.—10. Grösse haben.

Die Sternschnuppen, welche eine bedeutende, den vorhin genannten Planeten gleichkommende Helligkeit besitzen, pflegt man mit dem besonderen Namen Feuerkugeln auszuzeichnen. Der Unterschied zwischen Sternschnuppe und Feuerkugel liegt also nur in der Helligkeit.

Bemerkenswerth ist, dass nicht, wie man annehmen sollte, die helleren Sternschnuppen die uns nähern, sondern im Gegentheil, dass sie die entfernteren sind. Die Höhe, in welcher sich die hellsten Meteore bewegen, ist im Mittel 16, jene für die der 3.—4. Grösse 9—10 Meilen.

Die Bahn der Sternschnuppen scheint ein grösster Kreis zu sein, das von uns gesehene kurze Stück der Bahn erscheint meist als gerade Linie; es gibt aber auch solche, welche eine mehr gekrümmte Bahn, wieder andere, welche sogar eine wellenförmige Bewegung deutlich erkennen lassen, oder solche, bei welchen die Bahn theils gerade, theils gekrümmt ist. Zur Erklärung der oft eigenthümlich geformten Bahnen wurde hauptsächlich der Einfluss des Windes benützt; man hielt die Sternschnuppen für so leichte Körper, welche der Gewalt eines Sturmes nachgeben müssen. Allein ganz ungezwungen ergibt sich die Erklärung für alle Arten von Bahnen, wenn man die beiden Kräfte betrachtet, von welchen die Bewegung abhängt, nämlich die Schwere und den Widerstand des Mittels.

Die Schwere wird wegen der kurzen Zeit zwischen dem Aufleuchten und dem Verschwinden des Meteoros

als ohne beeinflussende Wirkung angesehen werden können; es bleibt demnach nur der Widerstand des Mittels übrig. Wäre die Sternschnuppe ein einfacher materieller Punkt oder ein homogener, regelmässig gestalteter Körper ohne merkliche Rotation, so würde der Widerstand des Mittels, indem er immer der Bewegungsrichtung des Meteoros gerade entgegengesetzt wirkt, auch keine Aenderung in der Richtung des Laufes desselben veranlassen können; erfolgte demnach die Bewegung der Sternschnuppe im leeren Raume längs einer Geraden, so wird sie auch ihre Bahn in dieser Richtung unter dem Einflusse des widerstehenden Mittels fortsetzen. Hätte jedoch das Meteor eine rotirende Bewegung oder eine unregelmässige Gestalt oder beides zugleich, dann hat in jedem Augenblicke die Resultirende aller Widerstände eine Richtung, die wahrscheinlich von jener der Bewegung des Schwerpunktes des Meteoros verschieden ist, es wird eine Seitencomponente erzeugt, welche im Stande ist, die Bahn des Meteoros in der einen oder anderen Weise zu krümmen.

Schon Olbers wies 1837 darauf hin, dass gekrümmte, ja selbst die wahrgenommenen aufsteigenden Bahnen in dem Widerstande der Luft ihre Erklärung finden, sobald sie eine von der Kugelform abweichende Gestalt haben. Er sagt nämlich: Gewiss kann der Widerstand der verdichteten Luft, besonders wenn die Feuerkugeln keine regelmässige Kugel-, sondern eine mehr abgeplattete unregelmässige Gestalt haben, wohl eine wellenförmige, schlängelnde auf- und ab- und auch

seitwärts gekrümmte Bahn bewirken, wie denn schon unsere Knaben solche Windungen an den von ihnen geworfenen Austerschalen und platten Steinen bemerken.

Wer erinnert sich nicht an die Bewegung der Kugeln von gezogenen Geschützen, wo bei oblongen Geschossen die seitliche Ablenkung bedeutend und bei Wiederholung derselben Umstände am Ende gewisser Perioden nach demselben Gesetze, welches die vorangegangene Bewegung beherrschte, die Bahn eine schraubenförmig gewundene Linie sein kann, welche in speciellen Fällen in die gerade Linie oder in den Kreis übergeht.

Die Wirkung des Bumerang, des bei uns bekannten Spielzeuges der Knaben, die gefährliche Waffe in den Händen der Eingebornen Australiens, gibt einen deutlichen Beweis von dem Einflusse der Form des in der Luft sich bewegenden Körpers auf die Gestaltung der Bahn. Wenn nun solch' ein Bumerang so geworfen werden kann, dass dasselbe, nachdem es einen bedeutend langen, gekrümmten Weg in der Luft zurückgelegt hat, beinahe wieder an die Ausgangsstelle gelangt, so wird man sich nicht mehr wundern dürfen, dass auch unter den Sternschnuppen solche vorkommen können, welche sich gleichsam von uns entfernen und eine aufsteigende Bahn haben.

Gerade die an den Bahnen der Meteore wahrgenommenen Unregelmässigkeiten geben uns Zeugniß für zwei wichtige Punkte: 1. Zeigen sie uns, dass der

leuchtende Theil der von den Meteorcn beschriebenen Bahnen in einem widerstehenden Mittel sich befinden muss, da sonst die beobachteten Unregelmässigkeiten nicht erklärt werden könnten, und 2., dass die Körper, durch deren Entzündung die Sternschnuppen entstehen, feste Körper sein müssen, da flüssige oder gasförmige Massen beim Eintritte in die Atmosphäre entweder zerstreut werden müssten oder nur nach gerader Richtung sich bewegen könnten.

Wodurch kann man sich das Aufleuchten, das Verschwinden der Sternschnuppen und endlich das Herabfallen solcher Meteore auf unsere Erde erklären. Es ist dieses theilweise durch eine Wirkung des Widerstandes der Atmosphäre auf die Geschwindigkeit und durch die vom Widerstande der Luft entwickelte Wärme zu begründen.

Die Untersuchungen über den Einfluss des Widerstandes der Luft auf die Geschwindigkeit der Meteore haben dargethan, dass Meteore, welche selbst mit bedeutend verschiedener Geschwindigkeit in unsere Atmosphäre eintreten, sobald die Bewegung eine langsame geworden ist, in derselben Höhe eine fast gleiche Geschwindigkeit haben, wodurch das Gesetz des Falles derartiger Körper sich gleichsam unabhängig von der Anfangsgeschwindigkeit zeigt. Schon Benzenberg erkannte dieses, indem er sagt: Es ist ziemlich einerlei, mit welcher Geschwindigkeit ein Körper in die Atmosphäre tritt; ehe er 10 Meilen durchlaufen, wird sie nahe dieselbe sein, er möge mit einer einfachen oder

mit einer dreifachen Geschwindigkeit angefangen haben, gegen die Erde zu fallen. Schiaparelli hat unter Annahme einer Hypothese über das Gesetz des Widerstandes der Luft, welche Hypothese durch Didion, Hutton und Piobert aus den mit Geschossen angestellten Versuchen abgeleitet wurde, die Umstände der Bewegung zweier sphärischer Geschosse von 4 cm. Durchmesser und 3·5 Dichte berechnet, wenn selbe vertical, aber mit verschiedener Geschwindigkeit in die Atmosphäre eintreten, das eine mit 72.000, das andere mit 1600 Meter in der Secunde. Bei ersterem ist die Anfangsgeschwindigkeit auf 500 Meter in einer Luftschichte reducirt, in welcher der Luftdruck 20.301 mm. herrscht, während bei letzterem dieselbe Geschwindigkeit in der Luftschichte, welcher der Luftdruck 19·633 mm. entspricht, eintritt. Man sieht aus diesem Beispiele zur Genüge, dass beide Geschosse, nachdem sie in den dichteren Schichten angelangt sein werden, auch ziemlich demselben Gesetze der Bewegung nachkommen, und dass auch die bedeutende Verminderung der kosmischen Geschwindigkeit der Meteore in den dünneren Luftschichten vor sich geht.

Es wird durch diese Untersuchung weiter klar, dass die Sternschnuppen sich recht gut in den äusserst dünnen Schichten entzünden können, und dass die Aerolithen deswegen mit verhältnissmässig kleiner Geschwindigkeit auf der Erde ankommen, weil sie bei ihrem Lauf durch die Atmosphäre auch beinahe ihre ganze kosmische Geschwindigkeit verloren haben und

mit jener von der Einwirkung der Schwere herrührenden zur Erde niederfallen; es macht sich die Wirkung der Schwere eben in dem Momente besonders geltend, wenn die kosmische Geschwindigkeit beinahe verloren gegangen ist.

Nach diesen vorausgeschickten Bemerkungen wird man auch sofort der bedeutenden Wärmeentwicklung gedenken müssen, welche mit der raschen Bewegung, mit welcher die Meteore durch die Atmosphäre eilen, verknüpft sein wird.

Durch den schon besprochenen Verlust an Geschwindigkeit tritt auch ein Verlust an lebendiger Kraft ein; man hat nun versucht, den bei der Bewegung eines Meteoros erlittenen Verlust an lebendiger Kraft in Wärmeeinheiten umzusetzen, um so einen Schluss auf die Wärme, welche die meteorische Masse annehmen kann, zu ziehen. Dass die Beschaffenheit des Meteoros, was die Zusammensetzung anbelangt, hierauf bedeutenden Einfluss nehmen wird, braucht kaum einer Erwähnung. Es ergibt sich nach diesen Forschungen, dass selbst unter der Annahme mässiger Geschwindigkeit und nicht bedeutender Wärmecapacität des Meteoros enorme Temperaturen erreicht werden können, Temperaturen, welche Millionen von Graden gleichkommen. So würde man z. B. für einen meteorischen Körper von 0.2 specifischer Wärme finden, dass der Verlust an lebendiger Kraft, wenn seine Geschwindigkeit von 72.000 Meter in der Secunde auf 500 Meter reducirt wird, fähig ist, den Körper auf 31 Millionen Grade C.

zu erwärmen. Treten auch die den Untersuchungen zu Grunde gelegten Voraussetzungen, nämlich: dass die ganze verlorene lebendige Kraft sich auch wirklich in Wärme umwandelt und dass die ganze so entwickelte Wärme zur Erhitzung des Meteors verwendet wird, in Wahrheit nicht ein, so wird man doch zugestehen müssen, dass noch immer die Erhöhung der Temperatur eine solche sein wird, welche alle unsere bekannten Körper zu verflüchtigen vermag.

Woher kann es also kommen, dass sich die meisten Meteore in der Atmosphäre gleichsam auflösen?

Wir wollen hier den gemachten Annahmen, als seien die Sternschnuppen von gas- oder nebelartiger Beschaffenheit oder von solcher Zusammensetzung, dass die sie bildenden Stoffe bei Berührung mit der atmosphärischen Luft sich noch viel leichter als Kalium und Natrium entzünden, nur gedenken und der mehr plausiblen Ursache, der grossen Wärmemenge nämlich, nachgehen, welche ja durch die während der Bewegung der Meteore zerstörte lebendige Kraft hervorgerufen werden kann. Wenn man nun annimmt, die Sternschnuppen bestehen aus kleinen Körperchen, welche durch einen analogen Process an der Oberfläche, welcher bei den grösseren Meteoren die Schmelzung der Rinde bewerkstelligt, verflüchtigt werden, so ergibt sich sehr leicht das Verschwinden dieser Meteore noch während des Laufes derselben. Allein auch hier kann der gerechtfertigte Einwand erhoben werden, wie es denn nämlich komme, dass so kleine Massen, wenn auch auf die Tem-

peratur von tausenden Graden gebracht, so intensives Licht erzeugen können, um in so grossen Entfernungen wahrnehmbar zu sein.

Wenn man, wie es Schiaparelli gethan, die Bewegung der Meteore durch die Atmosphäre einer Reihe von Stössen vergleicht, wodurch eine bedeutende Wärme entwickelt wird, so kommt man einer ungezwungenen Erklärung näher. Ist die durch diese Stösswirkung erzeugte Temperatur höher als die Schmelztemperatur, so wird sich die ganze Masse des Meteoros auflösen.

Nur jene Meteoromassen werden dann auf die Oberfläche der Erde gelangen können, bei denen die Geschwindigkeit langsam abnimmt. Dieses kann eintreten: a) Bei grösseren Meteoromassen, bei denen die kosmische Geschwindigkeit nur langsam verschwindet; b) bei jenen kleinen Massen, welche grössere begleiten, während ihres Fallens jedoch den hinter den grösseren Massen erzeugten leeren Raum einnehmen und c) bei Meteoriten, welche in fast horizontaler Richtung in die Atmosphäre eindringen. Der unter a) angeführte Fall entspricht dem Herabfallen grosser isolirter Massen (Aerolithen), der unter b) jenem von grossen Massen, begleitet von anderen kleinen oder von Staub und endlich jener unter c) der Erscheinung der Feuerkugeln (Bolide), welche ja lange und gegen den Horizont wenig geneigte Bahnen durchlaufen.

Die Dauer der Sichtbarkeit zählt immer nur nach Secunden; Erscheinungen dieser Art, welche mehrere Secunden anhalten, gehören schon zu den Seltenheiten.

Was die Menge der sporadisch auftretenden Sternschnuppen betrifft, so ergibt sich aus den Beobachtungsergebnissen, dass ein Beobachter, welcher $\frac{1}{3}$ des Himmels überblickt, unter gewöhnlichen Verhältnissen stündlich 6—8 Meteore aufleuchten sehen wird.

Im Jahre 1838 wurde von Herrick aus seinen Zählungen über die Zahl der gefallenen Sternschnuppen aufmerksam gemacht, dass gegen Morgen die Zahl der Meteore dreimal grösser sei als in den Abendstunden. Von Coulvier-Gravier und von J. Schmidt wurde dieser Thatsache mehr Aufmerksamkeit geschenkt; ersterer fand aus seinen Untersuchungen, dass die Zahl der Sternschnuppen gegen Abend am geringsten, gegen Morgen am grössten sei, und gegen Mitternacht einen mittleren Werth erreiche. Aus den Beobachtungen J. Schmidt's, welche 2840 Beobachtungsstunden umfassen, geht hervor, dass das Maximum der Zahl der Sternschnuppen zwischen 2—5 Uhr Morgens falle. Es wird diese Erscheinung mit dem Namen der täglichen oder stündlichen Variation bezeichnet, zum Unterschiede von der jährlichen Variation, nach welcher die Zahl der Sternschnuppen im Herbste grösser als im Frühjahre ist.

Benzenberg wies, auf seine Beobachtungen gestützt, schon darauf hin, dass die Sternschnuppen häufig in Gruppen auftreten, indem die Meteore, in rascher Aufeinanderfolge von einem und demselben Sternbilde ausgehend, sich alle in derselben Richtung weiter bewegen.

Wir werden hier zu den periodisch auftretenden Sternschnuppen geführt. Dieselben treten in solcher Menge auf, dass man sie mit dem Namen: Sternschnuppenströme, Sternschnuppenregen, Sternschnuppenschauer etc. belegt; sie zählen zu den grossartigsten Erscheinungen in der Natur und wenn das Volk denselben eigene Namen, wie „Sternregen“, „feurige Heere“ u. s. f. beilegte, so wird das nicht befremden.

Im Jahre 1831 machte Alex. Humboldt darauf aufmerksam, dass sich in den Nächten des 12. und 13. Novembers in den verschiedensten Gegenden der Erde durch mehrere Jahre hindurch eine grosse Anzahl von Sternschnuppen gezeigt habe und lenkte so die Aufmerksamkeit der Beobachter auf diese Nächte; er selbst hatte mit Bonpland zu Cumana in Nordamerika ein solch' grossartiges Schauspiel in der Nacht vom 11. zum 12. November im Jahre 1799 beobachten können.

Gegen 2 $\frac{1}{2}$ Uhr Morgens zeigten sich am östlichen Himmel die schönsten, leuchtenden Meteore. Innerhalb vier Stunden wurden tausende von Feuerkugeln und Sternschnuppen sichtbar, welche sich alle regelmässig in der Richtung von Nord nach Süd bewegten. Zur Zeit des Höhepunktes der Erscheinung war am ganzen Himmel keine drei Monddurchmesser umfassende Stelle wahrzunehmen, welche nicht jeden Augenblick mit Feuerkugeln und Sternschnuppen erfüllt gewesen wäre. Die weiteren Nachforschungen ergaben, dass diese Erscheinungen nicht bloss in Cumana beobachtet und auf

diesen Ort beschränkt¹ geblieben waren, sondern dass auch in anderen Gegenden Amerika's vom Aequator bis Neuherrnhut in Grönland und in Deutschland zur selben Zeit eine unzählbare Anzahl von Sternschnuppen beobachtet wurde.

Die Nacht vom 12.—13. November des Jahres 1823 bot einen schönen Sternschnuppenschwarm, welcher von Kloeden in Potsdam beobachtet wurde; bedeutend prachtvoller und fast in ganz Europa sichtbar war der Sternschnuppenstrom im Jahre 1832 in der Nacht vom 12.—13. November; Feuerkugeln der verschiedensten Grösse traten zugleich mit den unzählbaren kleinen Sternschnuppen auf.

Der in derselben Nacht im darauffolgenden Jahre von Olmsted und Palmer beobachtete Sternschnuppenfall jedoch übertraf an Pracht alle früheren derartigen Erscheinungen. Die Feuerkugeln gingen alle raketenartig von einem in der Nähe des Zeniths liegenden Punkte und zwar in solcher Zahl aus, dass der ganze Himmel in Flammen zu stehen schien. Gegen sechs Uhr Morgens, wo die Erscheinung schon bedeutend an Fülle der Pracht verloren hatte, zählte ein Beobachter in Boston an einer Stelle des Himmels, welche etwa $\frac{1}{10}$ des ganzen Himmelsgewölbes betragen konnte, in einer Viertelstunde mehr als 650 Sternschnuppen; es würden also in den 9 Stunden, während welchen das Phänomen anhielt, weit mehr als 240.000 Meteore am Himmel sichtbar geworden sein.

Später eingezogene Berichte ergaben, dass diese Erscheinung auf einem Flächenraume von mehr als 100.000 □ Meilen beobachtet wurde.

Obengenannte Beobachter sprachen sich nun auch für die Periodicität dieser Erscheinung aus, welche durch die sorgfältigeren Beobachtungen der darauffolgenden Jahre besonders durch den reichen Fall im Jahre 1866 ihre Bestätigung fand. Olbers hatte durch Vergleichung der berühmten Meteorschauer vom 13. November 1833 mit jenem vom 12. November 1799 und dem vom Jahre 1766 den Eintritt des Novemberstromes für 1867 vorausgesagt.

Nach dem Erkennen der Periodicität des Novemberstromes war man bestrebt, auch für andere Sternschnuppenströme durch sorgfältiges Beobachten eine Periode ausfindig zu machen. Olbers machte zunächst auf die Nächte vom 10.—12. August aufmerksam, welche sich durch einen ungemein reichen Sternschnuppenfall auszeichnen. Quetelet, Director der Brüsseler Sternwarte, stellte hierüber Untersuchungen an, welche als Resultat die Bestätigung der Sternschnuppenfälle im August ergaben.

Bald darauf erkannte man auch noch andere Nächte des Jahres, in denen sich die Sternschnuppen in reichlicher Menge zeigen, so z. B. in der zweiten Hälfte des Monats April, Mitte Mai, Anfangs und Ende Juli, Mitte October und Anfangs December; die Zukunft mit ihren besseren Beobachtungsergebnissen wird zu entscheiden haben, ob zu diesen genannten Zeiten ein

periodischer Sternschnuppenfall eintritt. Zunächst wollen wir uns mit den periodisch auftretenden Sternschnuppenströmen im August und November, denen man einfach die Namen: August-, beziehungsweise Novemberstrom beigelegt hat, beschäftigen.

Die Vergleichung beider Ströme ergibt folgendes: Das August-Phänomen zeigt sich immer schon einige Tage früher durch eine grössere Anzahl von einzelnen Sternschnuppen an, während das Phänomen im November stets plötzlich eintritt. Die Pracht in der Erscheinung ist bei den Sternschnuppenfällen im August weniger Schwankungen ausgesetzt, als bei jenen im November und auch meist reicher am Glanze der Erscheinung, mit Ausnahme des Novemberstromes zur Zeit seines Maximums, das nach 33—34 Jahren wieder eintritt. Der Augustschwarm zeigt sich auf der ganzen Erdoberfläche gleich reichhaltig, während jener im November mehr localisirt zu sein scheint.

Bei Beschreibung der Erscheinungen bei den einzelnen Sternschnuppenströmen wurde schon angegeben, dass die Sternschnuppen von einem einzigen Punkte des Himmelsgewölbes auszugehen und sich nach einer und derselben Richtung weiter zu bewegen scheinen, wodurch auch ein Merkmal der periodischen Sternschnuppen gegenüber den sporadisch auftretenden gegeben ist, welche den Himmelsraum nach jeder beliebigen Richtung zu durchkreuzen scheinen.

Jener Punkt, oder noch besser jener eng begrenzte Raum des Himmelsgewölbes, von welchem bei den

grossen Meteorschwärmen der grösste Theil der scheinbaren Bahnen aus zu divergiren scheint, heisst der Radiationspunkt oder Radiant, die Erscheinung selbst die Radiation.

Für den Radianten lassen sich zwei wesentliche Eigenschaften nachweisen: 1. Folgt derselbe der Himmelskugel in ihrer täglichen Bewegung, 2. hat derselbe keine Parallaxe, d. h. die Beobachter an verschiedenen Orten auf der Oberfläche der Erde sehen die Ausstrahlung der scheinbaren Bahnen der zu einem Schwarm gehörigen Meteore in demselben Augenblicke von derselben Stelle des Himmels ausgehen. Beide Eigenschaften beweisen, dass die Sternschnuppen kosmischen Ursprunges sind und widerlegen die Ansicht derer, welche die Meteorschwärme als Centra der meteorischen Thätigkeit in der Atmosphäre unserer Erde oder in geringer Entfernung von derselben ansehen.

Den Radiationspunkt der einzelnen Sternschnuppenschwärme hat man gegen benachbarte Fixsterne festzulegen versucht, und dadurch in der Position des Radianten ein charakteristisches Merkmal für einen bestimmten Schwarm geschaffen, um so bei der Wiederkunft der einzelnen Schwärme selbe von einander unterscheiden zu können.

Der Novemberstrom geht von einem Punkte des Sternbildes des Löwen u. zw. von der Kreuzungsstelle der beiden Diagonalen des von den 4 Sternen ϵ , γ , ζ und μ Leonis gebildeten Viereckes. Der Auguststrom hat den Radiationspunkt im Sternbilde des Perseus in

der Nähe von η Persei. Man hat aus diesem Grunde den Augustmeteoren den Namen Perseiden, den Novembermeteoren den Namen Leoniden gegeben.

Der Radiant eines bestimmten Schwarmes erweist sich bei den zu verschiedenen Epochen periodisch wiederkehrenden Erscheinungen als identisch und behält bei allen Wiederkünften unter den Sternen annähernd dieselbe Position bei, was zu dem Schlusse berechtigt, dass die periodischen Meteore bei allen ihren Wiederkünften unserer Erde unter denselben Bewegungszuständen begegnen.

In neuerer Zeit hat man auch andere Sternschnuppen auf besondere und bestimmte Systeme mit den ihnen zukommenden Radiationspunkten zurückzuführen versucht. Professor Heiss in Münster machte den Anfang; nach ihm beträgt die Zahl der Radiationspunkte, also die Zahl der jährlich wiederkehrenden Meteorströme 80. Philips Greg leitete aus 2000 in den jährlichen Berichten des Meteorcomité's der British-Association verzeichneten Meteoren die scheinbaren Bahnen derselben ab und fand 56 deutlich ausgeprägte Radiationspunkte; selbe entsprechen natürlich eben so vielen Meteorwärmen, deren Dauer verschieden ist und sich von wenigen Stunden bis zu einigen Wochen ausdehnen kann.

Prof. J. Schmidt hat ein Verzeichniss von 150 Radianten veröffentlicht und von Zezioli sind aus circa 7000 Beobachtungen von scheinbaren Bahnen der Meteore 189 Radiationspunkte abgeleitet worden. Aus den Beobachtungen Dr. Neumayer's zu Melbourne in

Australien ergaben sich nach Heiss 39 Radiationspunkte auf die südlichen Halbkugeln.

Bei genauerer Untersuchung einiger Radiationspunkte erkannte man die Thatsache, dass die in Ort und in Zeit eng verbundenen Radianten wahrscheinlich immer einem gemeinsamen Systeme angehören.

Da die Sternschnuppenströme im August und November so prachtvolle Erscheinungen darbieten, welche selbst das Auge des Laien zum Himmel empor ziehen, so war es natürlich, dass man Forschungen anstellte, ob nicht die alte Zeit dieser Erscheinungen Erwähnung thut, um so auf die Periode des Wiedereintretens der Erscheinung einen sicheren Schluss ziehen zu können.

Der Tradition zu Folge sollen am Laurentiusfeste die feurigen Thränen, welche der hl. Laurentius geweint haben soll, am Himmel zum Vorschein kommen; es ist hiemit jedenfalls der Augustmeteorstrom gemeint. In Thessalien geht die Sage, dass am Laurentiusfeste der Himmel sich öffne, wodurch die vielen denselben beleuchtenden Lichter sichtbar werden. Eine ähnliche Sage besteht unter den Gebirgsbewohnern Schlesiens.

Auch das Novemberphänomen konnte aus früheren Aufzeichnungen erkannt werden; hiebei bemerkte man jedoch, dass, je weiter man zurückging, die Nachrichten über grössere Sternschnuppenfälle immer auf frühere Tage fielen, dass somit eine Verspätung des Novemberstromes eintritt, was auch die Neuzeit bestätigt. Prof. Newton hat aus der Durchsicht der Sternschnuppenkataloge gefunden, dass das Novemberphänomen in den Jahren

902, 931, 934, 1001, 1002, 1336, 1533, 1602, 1698 sicher eingetreten war, woraus sich ergibt, dass das Maximum des Novemberphänomens an die Periode von $33\frac{1}{4}$ Jahren geknüpft ist.

Von grossartigen Phänomenen dieser Art weiss die Chronik des Alterthums und des Mittelalters zu erzählen. Die chinesischen Berichte hierüber führen auf das 7. Jahrhundert vor Christi; selbst in den ältesten Gedichten Indiens finden sich auf Sternschnuppenschauer bezügliche Stellen. So heisst es im Mahabharata: Alsdann zeigten sich Wundererscheinungen von trauriger Vorbedeutung für die Götter und der Blitz des Indra entflammte sich zum Entsetzen von selbst. Man sah vom Firmamente die Himmelsfackeln fallen wie vom Rauch umhüllte Flammen; und von allen Seiten stürzten sich die Waffen der Vasu, der Rudra, der Adityr, der Saphya, der Maruta und aller anderer, welche das Heer der Götter bilden, um die Wette auf und gegen einander. Man sah Erscheinungen, wie man sie selbst bei dem Kriege zwischen den Göttern und Dämonen nicht wahrgenommen hatte. Die Winde wehten in Begleitung von Stürmen und die Sterne fielen zu Tausenden vom Himmel herab u. s. f.

Der Chronist von Fulda erwähnt, dass am 17. October 855 vor Christi die ganze Nacht hindurch dichtgedrängte Feuerfunken in westlicher Richtung durch die Luft flogen; arabische Schriftsteller erwähnen am 21. October desselben Jahres zahlreiche Sternschnuppen. Chinesischen Angaben zu Folge sollen den 19. October

1202 Sterne wie Heuschrecken durch die Luft geflogen sein; auch in der Geschichte Kairo's von Soynti wird hievon Erwähnung gethan. Den 30. October 1366 wurden in Böhmen, besonders in Prag unzählbare Sternschnuppen fallen gesehen; die böhmische Chronik sagt folgendes: Am Tage nach dem Feste der 11.000 Jungfrauen schienen in der Früh in einem fort Sterne vom Himmel zu fallen u. z. so zahllos, dass es Niemand aussprechen kann.

In früherer Zeit nahmen es die Naturforscher und auch das Volk mit der Erklärung der Erscheinung der Sternschnuppen nicht genau und sehr bald war der eine oder der andere Erklärungsgrund gefunden. Das Volk nimmt an, dass sich die Sterne putzen oder schnäuzen, daher auch der Name Sternschnuppen. Durch Jahrhunderte hielt man die Ansicht fest, dass sich in unserer Atmosphäre die öligen und schwefeligen Dünste in langgestreckten Streifen ansammeln, welche dann auf irgend eine Weise entzündet einen langen helleuchtenden Funken, die Erscheinung einer Sternschnuppe, darstellen. Nach dem Erkennen der Wirkungsweise der Electricität musste auch sie zur Erklärung dieser Erscheinungen herhalten, weil man immer an den Gedanken fest hielt, dass die Sternschnuppen in der Atmosphäre unserer Erde ihren Ursprung haben und nicht kosmischer Natur sind. So lange als man die Sternschnuppen für Bildungen in unserer Atmosphäre ansah, hielt man auch ihr Erscheinen selbst an gewisse Vorgänge in derselben gebunden, man brachte das Er-

scheinen der Sternschnuppen mit der Witterung in Verbindung, und sah sie besonders als Vorboten von Stürmen an. Virgil und Plinius erwähnen dieses schon und letzterer geht sogar so weit, zu sagen, dass der Wind immer aus jener Gegend wehen werde, von welcher die Sternschnuppen kommen. Zur Zeit der Griechen und Römer wurden jedoch schon Stimmen für den kosmischen Ursprung laut. So sagt Diogenes von Apollonia, dass sich unter den sichtbaren Sternen auch unsichtbare bewegen, denen man folglich keinen Namen hat geben können. Letztere fallen oft auf die Erde und verlöschen wie jener Stern aus Stein, der ganz feurig bei Aegospotamos fiel.

Der Ausbruch des Vesuv im Jahre 1794 führte zu einer neuen Hypothese. Die ans den beim Erkalten der Lavamasse gebildeten Spalten hervortretenden Dämpfe entzündeten sich nämlich einige Fuss über der Erde und zeigten ein dem Sternschnuppenfalle ähnliches Gebilde; sofort brachte man die Sternschnuppen mit vulkanischen Thätigkeiten, Erdbeben etc. in Verbindung. Dem berühmten Sternschnuppenfalle von Cumana ging einige Tage ein heftiges Erdbeben voraus und nachdem sich die alten Bewohner der dortigen Gegend erinnerten, dass dem vor 33 Jahren früher stattgehabten Meteor-schauer ein heftiges Erdbeben gefolgt war, so nahm man die Beziehung zwischen vulkanischer Thätigkeit und den Sternschnuppen als sicher an. Wir wollen auch hier erwähnen, dass die Bewohner der Gesellschafts-inseln heute noch glauben, die Sternschnuppen seien

die Geister der Verstorbenen, welche auf der Flucht vor einem bösen Gotte zur Erde zurückkehren, und so Hilfe von der Liebe der Zurückgebliebenen erwarten.

In dem früheren haben wir bereits die Erklärung für die Erscheinung der Sternschnuppen zu geben versucht und hoffentlich auch die Leser von dem kosmischen Ursprunge der Meteore überzeugt; noch klarer wird es, wenn man die angegebenen Eigenschaften des Radiationspunktes und die Periodicität der Meteore im Auge behält, ja letzterer Umstand spricht dafür, dass sie unserem Sonnensysteme angehörige Glieder sind.

Es erübrigt uns nur noch auf die Erklärung der Periodicität, beziehungsweise auf den innigen Zusammenhang zwischen Kometen und Sternschnuppenströmen einzugehen.

Die jährliche Periodicität glaubte man durch die Annahme von Anhäufungen sehr dünner Materie, welche in einem Zeitraume von einem Jahre oder sechs Monaten in einer Bahn um die Sonne kreisen, und welche Bahn von jener der Erde jährlich geschnitten wird, zu erklären, sah sich aber nach dem Erkennen so vieler periodischer Schwärme veranlasst, diese Erklärung fallen zu lassen, weil man nach ihr gezwungen gewesen wäre eben so viele sich in jährlichen oder halbjährlichen Perioden um die Sonne bewegende Anhäufungen von dünner Materie anzunehmen, als eben periodische Sternschnuppenfälle erkannt worden sind und noch erkannt werden dürften. Auch sah man bald ein, dass Anhäufungen von so dünner Materie wie man sie zur Erklä-

rung annahm, für lange Zeit nicht gut denkbar seien, indem sie ja in Folge ihrer geringen, gegenseitigen Attraction nur zu bald der auflösenden Wirkung der von der Sonne und dem Monde hervorgerufenen Störung verfallen würden. Die Astronomen gingen nun zu der Vorstellung über, nach welcher sich die meteorische Masse statt in einigen Anhäufungen längs der ganzen vom Meteore durchlaufenen Bahn ausgebreitet finde, dass diese Masse eigentlich einen continuirlichen Ring bilde. Die zu einem Stromegehörigen meteorischen Theilchen werden zwar von einander wenig verschiedene Bahnen beschreiben, allein an einer bestimmten Stelle der Bahn wird doch die Bewegung der einzelnen Meteore nahezu parallel sein, und wenn nun die Erde bei ihrer jährlichen Bewegung diesem Meteorringe begegnet, so wird sie auch jedesmal einen Sternschnuppenfall wahrnehmen. Da die Bahnen der einzelnen Meteortheilchen an der Stelle, wo die Erde den Meteorring trifft, nahezu parallel sind, so werden uns die einzelnen Bahnen in ihrer Gesammtheit als parallele gerade Linien erscheinen, welche sich nach den Gesetzen der Perspective in einem Punkte vereinen werden, welcher sich dann als jener darstellt, von welchem die einzelnen Sternschnuppen auszugehen scheinen.

Professor E r m a n hat im Jahre 1839 in den astronomischen Nachrichten auf Grund dieser Meteorringe eine Theorie der kosmischen Meteore entwickelt. Nach derselben kann man die Bahn eines jeden Meteoros ebenso wie die Bahn jedes anderen Himmelskörpers

bestimmen, wenn man nur die relative Geschwindigkeit zu ermitteln vermag, mit welcher die Meteore unserer Erde begegnen. Er selbst wandte die aus seinen Forschungen gefolgerten Formeln auf die Perseiden an und fand, dass die Neigung der Bahn gegen die Ekliptik nicht kleiner als 56° , und dass die Umlaufszeit nicht kleiner als 0.4627 Jahre sein könne. Eine genauere Bestimmung der Bahnelemente der Perseiden glaubte er wegen der ungenauen Beobachtungsergebnisse über die Fallgeschwindigkeit nicht erst vornehmen zu müssen.

Die Schwierigkeiten, welche sich schon dem eben genannten Gelehrten entgegen stellten, waren auch für die Zukunft nicht leicht zu beheben, weil die Wirkung des Widerstandes der Atmosphäre auf die Fallgeschwindigkeit des Meteoroiden kaum zu ermitteln sein dürfte.

Man sah sich daher genöthigt, um in den Forschungen der meteorischen Astronomie keinen Stillstand eintreten zu lassen, zu Hypothesen die Zuflucht zu nehmen, zu Hypothesen, welche die erste Bedingung derselben, nämlich den Beobachtungsergebnissen nicht zu widersprechen, erfüllen müssen. Man gelangte auf diesem Wege zu mehreren höchst merkwürdigen Thatsachen, nämlich: dass die von den Sternschnuppen im Raume durchlaufenen Bahnen sowohl der Beschaffenheit als Lage nach den Kometenbahnen analog seien, dass die absolute Geschwindigkeit, mit welcher die Sternschnuppen die Atmosphäre unserer Erde erreichen, nahezu der der parabolischen Bewegung ent-

sprechenden gleich sei, dass ferner bestimmt Kometen gewissen Meteorströmen beigesellt sind, so dass beide in ihren Bahnen identisch sind, und dass endlich die Sternschnuppen höchst wahrscheinlich das Zerstörungsproduct älterer Kometen sind.

Dem Gedanken, dass zwischen Kometen und Sternschnuppen ein Zusammenhang bestehe, begegnen wir zu wiederholten Malen. Cardanus und Kepler haben der Vergleichung zwischen Sternschnuppen und Kometen nur die Analogie in der äusseren Erscheinung zu Grunde gelegt.

Halley meinte, dass eine im Raum zerstreute Materie bei dem fortgesetzten Fallen zur Sonne sich verdichten, und bei dem Begegnen mit der Erde den Sternschnuppenfall hervorbringen müsse; Maskelyne macht aus den Meteoriten eben so viele Himmelskörper und scheint selbe sogar zu den Kometen gerechnet zu haben.

Chladni sprach zuerst ganz bestimmt den Zusammenhang zwischen Kometen und Meteoriten in seinem schon genannten Werke: über Feuermeteore, aus. Er geht bei Begründung seiner kosmischen Hypothese von 2 Fällen aus, welche er beide für möglich hält. Nach ihm sind die Feuermeteore entweder selbstständige Anhäufungen von Materie, die keine Theile eines anderen grösseren Himmelskörpers sind, oder sie sind das Zerstörungsproduct älterer früher gewesener Himmelskörper; ihm scheint die erstere Annahme die wahr-

scheinlichere. An der Existenz vieler kleiner mit Eigenbewegung begabter Körper im Weltenraume, sagt er weiter, könne nicht gezweifelt werden; selbe werden zuweilen sichtbar, wenn sie vor der Sonne vorbeiziehen. Die zerstreuten Massen sind nach seiner Anschauung Anhäufungen von derselben primitiven kosmischen Materie, aus welcher die anderen Himmelskörper gebildet sind. Die vielen der für unauflöslich gehaltenen Nebelflecke sind Theile dieser äusserst dünnen Materie, welche in ausgedehnten Räumen weithin vertheilt ist. Die Kometen, meint er weiter, unterscheiden sich von den Nebelflecken nur durch die Kleinheit ihres Volums, durch ihre Isolirung und vielleicht auch durch ihre grössere Dichte. Aber auch die kleineren Massen, welche in Gestalt von Boliden und Sternschnuppen auftreten, scheinen von den Kometen nicht wesentlich verschieden zu sein. Letztere selbst beständen aus Wolken von dunstförmigen oder sandähnlichen Massen, welche durch wechselweise Anziehung zusammengehalten werden. Reichenbach und von Haidinger bauten auf der von Chladni gegebenen Grundlage weiter.

Der Wahrheit am nächsten kam Daniel Kirkwood, Professor an der Indiana-Universität. Er gibt die Beantwortung der von ihm selbst aufgeworfenen Frage, wie folgt: Aber wie erklären wir nach der Hypothese, dass die leuchtenden Meteore von aussen her in unser Sonnensystem gelangen, die Erscheinungen der periodisch auftretenden Sternschnuppen?

Die Theilung des Biela'schen Kometen in zwei getrennte Theile gab zu vielen Fragen über die physische Beschaffenheit der Kometen Veranlassung. Die Natur der trennenden Kraft blieb zu erforschen übrig; man kann aber unmöglich daran zweifeln, dass sie von der abstossenden Kraft der Sonne herrühre, wie auch die Art und Weise der Wirkung beschaffen sein möge. Viele der von den Historikern berichteten Thatsachen machen es höchst wahrscheinlich, wenn nicht gewiss, dass ausser dem Biela'schen Kometen noch andere Theilungen von Kometen stattgefunden haben. Kann aber diese Kraft, welche eine Trennung hervorgebracht hat, den Kometen auch nicht noch weiter zertheilen? Kann diese Wirkung sich nicht fortsetzen, bis die Fragmente unsichtbar geworden sind? Nach der heute allgemein angenommenen Theorie rühren die periodischen Erscheinungen der Sternschnuppen davon her, dass die Bahnen dieser nebelartigen Körper die jährliche Bahn der Erde durchschneiden. Man hat aber vielen Grund zu glauben, dass diese Meteorringe sehr excentrisch und in dieser Beziehung den primitiven Dunstringen sehr unähnlich sind, welche sich nach der Nebeltheorie successive vom Sonnenäquator loslösten, mit anderen Worten, dass die Materie, aus der sie gebildet sind, sich viel eher in kometarischen, als in planetarischen Bahnen bewegt. Können deshalb nicht etwa unsere periodischen Meteore die Bruchstücke alter zerstörter Kometen sein, deren Materie sich längs ihrer Bahn vertheilt hat?

So sprach Kirkwood im Jahre 1861. Wir dürfen hier einen Versuch nicht unerwähnt lassen, den Prof. v. Boguslawski bereits vor 30 Jahren gemacht hat, die scheinbaren Bahnen der Sternschnuppen vom 10. August 1837 durch eine Parabel darzustellen; der genannte Gelehrte selbst, so wie andere Astronomen scheinen diese Idee jedoch nicht weiter verfolgt zu haben, da selbe später nicht mehr erwähnt wird.

Die schon früher erwähnte tägliche oder stündliche Variation, welche anfänglich viele Anhänger des kosmischen Ursprungs der Meteore in das Lager der Gegner gezogen hatte, war dazu bestimmt, in der Theorie der kosmischen Meteore einen Fortschritt hervorzurufen. Nachdem man nämlich erkannt hatte, dass sie eine Folge der Combination der Eigenbewegung der Meteore mit der Bewegung der Erde in ihrer Bahn sei, schloss Prof. Newton sofort, dass die tägliche Variation auch einen Aufschluss über die absolute Geschwindigkeit der Meteore im Raume zu geben bestimmt sei. Nach seinen Schlussfolgerungen ergibt sich, dass die mittlere Geschwindigkeit der Sternschnuppen grösser als jene der Erde sein müsse, und dass sie sich im Allgemeinen in sehr excentrischen Bahnen bewegen.

Auf demselben Wege gelangte der Mailänder Astronom G. V. Schiaparelli zu der Entwicklung der Kometentheorie der Sternschnuppen; dieses Gelehrten besonderes Verdienst ist es aber, die vor mehr als einem halben Jahrhunderte von Chladni ausgesprochene Be-

ziehung zwischen Kometen und Sternschnuppen zur feststehenden Wahrheit geleitet zu haben.

Er gelangte durch die Beobachtungen der Perseiden im August 1866 unter gewissen Annahmen zu der theoretischen Beziehung zwischen der mittleren Geschwindigkeit der Meteore und dem über die tägliche Variation beobachteten Gesetze. Im September desselben Jahres theilte er schon mit, dass das Gesetz der täglichen Variation der Sternschnuppen annähernd durch die Theorie dargestellt werden könne, sobald man das Verhältniss der mittleren Geschwindigkeit der Meteore zur mittleren Geschwindigkeit der Erde in ihrer Bahn von $1.45:1$ annimmt. Da sich nun die Geschwindigkeit der parabolischen Bewegung zu jener im Kreise wie $2:1 = 1.42:1$ verhält, so sieht man nun, dass die mittlere Geschwindigkeit der Meteore jener der parabolischen Bewegung gleich kommt.

Aus diesem Umstande schloss er dann auch weiter, dass die Bahnen der Meteore, ähnlich jenen der Kometen, langgestreckte Kegelschnitte sein müssen, und die schon von Erman angegebene Thatsache über die starke Neigung der Bahnen der Meteorströme gegen die Erdbahn und auch die von Newton wahrgenommene rückläufige Bewegung des Novemberstromes liessen keinen Zweifel mehr über die grosse Verwandtschaft zwischen Sternschnuppen und Kometen übrig. Halley's ausgesprochene Hypothese, nach welcher die Sternschnuppen aus dem Raume der Fixsterne zu uns gelangen, hatte nun auch ihre Rechtfertigung erfahren. Im unermess-

lichen Weltraume sind Myriaden von dunklen Meteor-
körperchen zerstreut; viele davon sind nun, wenn auch
ganz lose, untereinander zu einem Ganzen verbunden.
Eine solche Verbindung zerstreuter Weltkörperchen,
welche sich als selbstständiges kosmisches Individuum
auffassen lässt, wird eine kosmische oder meteo-
rische Wolke genannt. Schiaparelli sagt nun, dass,
da die Sternschnuppen zu Systemen vereint zu uns ge-
langen, sie auch schon in den Tiefen des Fixsternhim-
mels zu Systemen vereint gewesen sein müssen. Er
sucht nun die Veränderungen oder Umbildungen aus-
findig zu machen, welche eine solche Anhäufung dünner
Materie d. i. eine kosmische Wolke bei der Annäherung
an das Sonnensystem erleidet, und weiset aus der Ueber-
einstimmung einiger Kometen- und Meteorbahnen über-
zeugend nach, dass ein und derselbe Himmelskörper
von der Erde bald als Komet, bald als Sternschnuppen-
schwarm beobachtet wird. Wenn eine kosmische Wolke
aus dem Weltraume in die Attractionssphäre der Sonne
gelangt, so wird letztere schon in bedeutender Ferne
auf erstere wirken, und eine Formveränderung veran-
lassen; die kosmische Wolke wird sich in die Länge
ziehen, ihr vorderer der Sonne zugekehrter Theil wird
sich in Folge der stärkeren Anziehung mehr verdichten
und sich gleichsam zu einem Kerne umstalten. Wird
eine so veränderte kosmische Wolke von der Sonne be-
leuchtet, so erscheint uns der vordere Theil als Kern,
die andern noch mit einander in Verbindung stehenden
Meteorkörperchen als langgestreckter Schweif, wir haben

somit einen Kometen vor uns. Eine solche umgeformte kosmische Wolke kann durch die Anziehung des Centralkörpers entweder in eine elliptische oder in eine parabolische Bahn abgelenkt werden; im ersten Falle gehört der Komet unserem Sonnensysteme dauernd, im letzten Falle nur eine gewisse Zeit an.

Wenn nun solch' eine umgeformte kosmische Wolke durch das Perihel ihrer Bahn geht, so wird sich die verschiedene Wirkung der Attraction der Sonne auf die verschiedenen Theilchen derselben weiter derart äussern, dass der der Sonne nähere Kern eine grössere Geschwindigkeit erlangt, als die andern, den Schweif bildenden und gegen einander leicht verschiebbaren Theilchen; letzterer wird immer mehr in die Länge gezogen, bis sich endlich ein elliptisch schliessender Ring, von den Meteortheilchen erfüllt, bildet. Wird nun die Bahn der Erde von der einer solchen Kometenbahn geschnitten, so erzeugen die Kometenreste bei dem Durchgange der Erde durch die Schnittpunkte die Erscheinung der periodischen Sternschnuppenfälle.

Manchesmal wird ein Sternschnuppenstrom durch die bedeutende Nähe eines Planeten eine gewaltige Störung erleiden können, welche die Abtrennung einzelner Sternschnuppen zur Folge hat; es sind dieses die mit dem Namen „sporadisch“ bezeichneten Sternschnuppen. Es handelt sich jetzt nur noch um die Herstellung des Beweises für die Identität zwischen Sternschnuppen- und Kometenbahnen.

Schiaparelli rechnete nun unter gewissen Voraussetzungen die parabolische Bahn des Auguststromes; er fand die folgenden

Elemente der Perseiden 1866:

Periheldurchgang	Juli 23·62
Knotendurchgang	August 10·75
Länge des Perihels	343° 38'
Länge des aufsteigenden Knoten	138° 16'
Neigung der Bahn	64° 3'
Periheldistanz	0·9643
Umlaufszeit	108 Jahre

Bewegung: rückläufig.

Die so bestimmte Bahn zeigt mit jener der Kometen 1862, III eine derartige Uebereinstimmung, dass die Identität beider keinem Zweifel unterliegt.

Nach Dr. Oppolzer's Berechnungen ergaben sich die folgenden

Elemente des Kometen 1862, III.

Periheldurchgang	1862, August 22·9
Länge des Perihels	344° 41'
Länge des aufsteigenden Knotens	137° 27'
Neigung	66° 26'
Periheldistanz	0·9626
Umlaufszeit	121·5 Jahre

Bewegung: rückläufig.

Die Abweichung der für beide Bahnen angegebenen Elemente ist durch die geringe Sicherheit zu

erklären, mit welcher man bis jetzt die Position des Knotens und des Radiationspunktes der Perseiden bestimmt hat. Es ist daher wohl auch der Schluss gerechtfertigt, dass der Komet 1862, III ein Rest jenes Kometen ist, aus dem sich im Laufe der Zeiten der Meteorring vom 10. August gebildet hat.

Schiaparelli hatte gleichzeitig mit den Elementen des Auguststromes für 1866 auch angenäherte Elemente für die Bahn des Novembersternschnuppenstromes unter der Voraussetzung abgeleitet, dass letzterem eine Umlaufszeit von $33\frac{1}{4}$ Jahren zukomme; das Kometenverzeichniss reichte damals nur bis zum Jahre 1865 und es konnte daher von ihm keine ähnliche Bahn eines Kometen aufgefunden werden. Unterdessen waren die von Dr. Oppolzer gerechneten Elemente des Kometen 1866, I in den astronomischen Nachrichten veröffentlicht worden und aus seinen Schlussfolgerungen ergab sich eine Umlaufszeit von 33.1758 Jahren, welche Periode mit der für den Novemberstrom angenommenen so gut wie identisch ist. Man sah sich nun genöthigt, auch die anderen Elemente der beiden Bahnen zu vergleichen und in der That wurde diese Vergleichung fast gleichzeitig von C. F. W. Peters (29. Jänner), von Schiaparelli (2. Feber) und von Oppolzer (4. Feber) angestellt, die eine gute Uebereinstimmung zwischen der Bahn des Novemberstromes und jener des Kometen 1866, I gibt.

Schiaparelli hat aus den guten englischen Beobachtungen des Radiationspunktes der Leoniden im

Jahre 1866 die Elemente derselben wie folgt abgeleitet; die zur Vergleichung nöthigen Zahlen für die Bahn des Kometen 1866, I stehen auf derselben Zeile.

Elemente		
	der Leoniden vom 13. Nov. 1866,	des Kometen 1866, I
Periheldurchgang	Aug. 10·092	Jän. 11·160
Länge des Perihels	$56^{\circ}25\cdot9'$	$60^{\circ}28\cdot0'$
Länge des aufsteigenden Knotens	$231^{\circ}28\cdot2'$	$231^{\circ}26\cdot1'$
Neigung der Bahn	$17^{\circ}44\cdot5'$	$17^{\circ}18\cdot1'$
Periheldistanz	0·9873	0·9765
Excentricität	0·9046	0·9054
Grosse Halbaxe	10·340	10·340
Umlaufszeit	33·25 Jahr	33·176 Jahr
Bewegung:	rückläufig	rückläufig.

Mit dieser neuen Entdeckung, wonach der Komet von 1866 von derselben Anhäufung der Materie wie der Novemberstrom abstammt, war der letzte Zweifel über das Vorhandensein eines Zusammenhanges zwischen den Sternschnuppen und den Kometen gefallen. Dass man die nun gemachten Wahrnehmungen zu neuen Forschungen benützte, ist von selbst klar und besonders bestrebte man sich auch den anderen im Laufe eines Jahres aufretenden periodischen Sternschnuppenströmen die ihnen zugehörigen Kometen aufzufinden. Professor Dr. Weiss machte Feber 1867 aufmerksam, dass einige

Epochen im Jahre, welche sich durch besonders reiche Sternschnuppenfälle auszeichnen, solchen Punkten entsprechen, in denen die Erdbahn von den Bahnen gewisser, besonders der periodischen Kometen, geschnitten wird. Der Komet 1861, I und der Biela'sche Komet sind solche, welche mit ihren Bahnen die Ekliptik in Punkten treffen, an denen sich die Erde am 20. April und 28. August befindet, welche Tage in der That durch reiche Sternschnuppenfälle bemerkenswerth sind. Der Zukunft ist es nun vorbehalten, auf dieser nunmehr betretenen Bahn weiter zu gehen, um so dem Erkennen der Wahrheit auf diesem Gebiete näher geführt zu werden. Schiaparelli's wichtige Entdeckungen stellen bei fortgesetzter Forschung eine nie geahnte Bereicherung der Kenntnisse über die Natur und Beschaffenheit der Himmelskörper in Aussicht. Er selbst wirft eine Menge Fragen über die Natur des Zusammenhanges zwischen den Kometen und den Sternschnuppen und über ihren Ursprung auf, deren Antwort wegen Mangel an verlässlichem Beobachtungsmateriale jetzt noch nicht gegeben werden kann.

Da es bei dem heutigen Stande der Wissenschaft erlaubt ist, die Sternschnuppen, Feuerkugeln und Aerolithen als nur quantitativ von einander verschieden anzunehmen, so ist man berechtigt, die aus dem Weltenraume auf unsere Erde niederfallenden Körper, die Aerolithen nämlich, als Mutter jener Materie anzusehen, aus denen auch die Fixsterne dem Wesen nach zusammengesetzt sind. Wir werden hierin durch die auf

dem Gebiete der Spectralanalyse gemachten Entdeckungen in dieser Annahme noch mehr bestärkt, welche ja Stoffe in den Fixsternen nachweist, welche sich auch in der Analyse der Meteorsteine finden. Eine ähnliche Zusammensetzung aller sichtbaren Himmelskörper ist demnach sehr wahrscheinlich.
