© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ueber die Periheldistanzen

und andere Bahnelemente jener Meteoriten, deren Fallerscheinungen mit einiger Sicherheit beobachtet werden konnten.

Von Prof. G. v. Niessl.

Die nachstehenden Untersuchungen sind zum grösseren Theile schon vor einigen Jahren niedergeschrieben worden, bald nach dem Erscheinen der Abhandlung des geschätzten norwegischen Mineralogen, welche den Anlass zu ihrer Entstehung gegeben hat. Ihre Veröffentlichung hat sich verzögert durch die Bemühungen, noch mehr brauchbares Beobachtungsmaierial über ältere Meteoritenfälle aufzufinden. Seitdem hat nun einer der hervorragendsten Vertreter der Meteorastronomie, Herr Prof. H. A. Newton in New Haven, eine sehr werthvolle Betrachtung publicirt, die, weitergehend, sich überhaupt auf die Bahnen derjenigen Meteoriten bezieht, welche zur Erde gefallen sind, soweit nämlich hierüber Nachrichten vorliegen.*)

Dies veranlasst mich nun auch die Resultate meiner Untersuchung, welche ich ebenfalls über den ursprünglichen Gegenstand erweitert habe, hier mitzutheilen, und zwar hauptsächlich aus dem Grunde, weil meine Schlussfolgerungen sehr wesentlich von jenen des ausgezeichneten amerikanischen Astronomen abweichen. In der Anlage unterscheiden sich unsere Arbeiten zunächst darin, dass Herr Prof. Newton 116 Meteoritenfälle in Betracht gezogen hat, bei welchen die Bewegungsrichtung des Meteors mehr oder weniger genau angegeben worden ist, während ich nur 36 Fälle nachweisen kann, deren Bahnen theils sichergestellt sind, theils noch mit einiger Wahrscheinlichkeit abgeschätzt werden konnten. Unter mehr als dreimal soviel derartigen Erscheinungen, deren Beschreibungen ich prüfen konnte, habe ich die grosse Mehrzahl deshalb ausser Betracht gelassen, weil die betreffenden Angaben theils allzu unbestimmt, theils viel zu widerspruchsvoll erschienen sind, um sie weiter verwerthen zu können. Ueberdies sind mir die Berichte über einige — aber nur wenige — besser beobachtete Meteoritenfälle vorläufig nicht zugänglich gewesen. Um jedoch dem Leser die Möglichkeit

*) H. A. Newton: „Upon the relation which the former Orbits of those Meteorites that are in our collections, and that were seen to fall, had to the Earth's Orbit.“ American journal of science. III. Ser. 33. Bd. Juli 1888.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

zu gewähren, sich über die Art, wie ich zu den Schlüssen über die Bahnlage gelangt bin, selbst ein Urtheil zu bilden, habe ich im Anhange das Wesentlichste aus dem Beobachtungsmaterial mitgetheilt. Nur jene Fälle, bezüglich welcher ohnehin bereits kritische Untersuchungen veröffentlicht wurden, konnten in der Regel soweit ausser Betracht bleiben, dass nur die nöthigen Literaturangaben anzuführen waren. Die Thatsachen, welche Herr Prof. Newton aus seinem grösseren, wenn auch theilweise mehr unbestimmten Material über die Periheldistanzen, Neigung der Bahnen u. s. w. entwickelt hat, müssen im Grossen und Ganzen auch aus dem hier vorliegenden gefolgert werden. Zur Vergleichung der Einzelheiten fehlt mir die Gelegenheit, da Herr Prof. Newton in dem erwähnten Aufsatze seine Resultate nur übersichtlich angeführt hat und seine etwaigen weitergehenden Veröffentlichungen hierüber mir leider nicht bekannt geworden sind. Es handelt sich aber auch hier zunächst hauptsächlich um die Feststellung der Verhältnisse in allgemeinen Umrissen und in dieser Hinsicht dürfte die Sicherheit immerhin werthvoll sein, dass sowohl aus der grossen Menge beiläufiger Beobachtungen, als auch aus einer geringeren Zahl gesichteter, im Wesentlichen ganz die gleichen fundamentalen Thatsachen hervorgehen.

In Bezug auf die kosmischen Verhältnisse, welche aus diesen Erfahrungen gefolgert werden können, sind jedoch, wie gesagt, meine Anschauungen völlig abweichend von jenen des Herrn Prof. Newton, dessen Schlüssen gewiss beizustimmen wäre, wenn man mit Sicherheit annehmen könnte, dass unsere Erfahrungen der wirklichen Sachlage entsprechen, und nicht durch Nebenumstände getrübt und entstellt sind. Im III. Abschnitte dieser Abhandlung habe ich zu begründen versucht, dass Letzteres sich als nicht ganz unwahrscheinlich herausstellt, voraussetzend, dass es nicht unwillkommen sein dürfte, wenn dieser Gegenstand, welcher kosmologisch gewiss sehr wichtig ist, von allen Seiten betrachtet wird.

I.

Im IV. Beilagen-Bande des „Neuen Jahrbuches für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie“ (1886) befindet sich eine Abhandlung des Herrn Prof. Hans Reusch in Christiania „Ueber den Tysnesmeteorit und drei andere in Skandinavien niedergefallene Meteorsteine“,*) welche nebst dem Berichte über den am 20. Mai 1884 zwischen 8 und 9 Uhr

*) Nach dem Manuscript des Verfassers übertragen von Otto Herrmann.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Abends auf der Tysnesinsel in Norwegen stattgehabten Meteoritenfall einige Betrachtungen allgemeiner Natur, namentlich auch in Bezug auf die kosmischen Verhältnisse der Meteoriten enthält. Diese letzteren haben den Anlass zur folgenden kleinen Arbeit gegeben und es ist daher vorerst nöthig, sie hier in Kürze anzuführen.

Der Verfasser leitet seine „allgemeinen Bemerkungen über Meteorsteine“ (S. 495) zunächst mit dem Satze ein: „Der Tysnesmeteorit mit seiner ausgeprägten Structur fordert zu Betrachtungen über die Entstehung der Meteoriten heraus.“ Er findet, dass derselbe gleich vielen andern Meteoriten ein Bruchstückgestein ist, und zwar ein Bruchstückgestein eines andern Bruchstückgesteins; „er gleicht in diesem Stück solchen Conglomeraten, die durch Zerstörung eines ältern Conglomerates hervorgegangen sind.“ Diese Structur scheint bei den Meteoriten, wie ich denke, überhaupt nicht selten zu sein.

Der Meteorit von Ståldalen, welcher vom Verfasser ebenfalls wieder beschrieben wird, zeigt nach seiner Anschauung zwar keine erneute „Desaggregation“ wie der Tysnes-Stein, hier „hat aber eine Schmelzung stattgefunden.“ Damit verwandt findet der Verfasser die Meteoriten von Orvinio, Chantonnay und Tadjera. Es wird Gewicht darauf gelegt, dass Meunier bei seinen bekannten, zum Theile synthetischen Untersuchungen durch ¼stündiges Erhitzen eines grauen Meteorsteines zur Rothglühhitze einen dem Tadjerastein ähnlichen Meteoriten erhalten habe.

Der Verfasser dehnt diese Betrachtungen dann auch auf die Meteoreisen aus, welche eine Structur zeigen, die nach den Versuchen von Meunier ebenfalls auf eine wiederholte durchgreifende Erhitzung der ganzen Masse schliessen lässt, nicht zu verwechseln mit jener vielleicht wohl mehr auf die Oberfläche beschränkten Erhitzung, welche beim Durchgange durch die Erdatmosphäre gewissermassen vor unseren Augen stattfindet.

Der Verfasser fasst dann dasjenige, was direct durch die Betrachtung der Meteoriten gelernt werden kann in folgende vier Sätze zusammen: *a*) Die steinartige Substanz der Meteoriten ist ursprünglich durch Abkühlung von geschmolzenen Massen entstanden. *b*) Die Chondrite sind Bruchstückgesteine. *c*) Bisweilen gewahrt man Zeugen einer wiederholten Desaggregation. *d*) Einige Meteoriten zeigen, dass sie einer starken Erhitzung (und chemischen Processen) nach ihrer ursprünglichen Bildung ausgesetzt waren.

Ueber diese, der Hauptsache nach wohl nicht neuen Aufstellungen gestatte ich mir keine weiteren Bemerkungen. Es sind vielmehr die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

vom Verfasser aufgestellten Hypothesen zur Erklärung dieser Erscheinungen, welche mich zu einigen Betrachtungen veranlassen. Jener ist nämlich der Meinung, dass man bezüglich der Meteoriten „nicht, wenigstens nicht in nächster Zukunft, erwarten kann Beobachtungen zu sammeln, welche die Radiationspunkte und andere genauere Bestimmungen ihrer Bahn nachweisen liessen.“ (S. 502.) In Ermanglung dessen hält sich Herr Prof. Reusch einestheils an die Analogie mit den Kometen, andererseits an die Discussion der Fallzeiten.

Es gibt viele Kometen, welche der Sonne sehr nahe kommen. Hierbei können sie einer ausserordentlichen Erhitzung ausgesetzt sein, welcher, wenn sie sich von der Sonne entfernen, wieder eine sehr grosse Abkühlung folgt. Der Einfluss der Sonnennähe zeigt sich in der Entwicklung der Schweife und in der Bildung leuchtender Dämpfe, welche durch die Spectralanalyse wahrscheinlich gemacht ist. Ob die Entwicklung der Schweife direct mit der erhöhten Wärme zusammenhängt, ist immerhin fraglich, aber, dass Körper, welche der Sonne so nahe kommen wie manche Kometen, einer bedeutenden Erhitzung ausgesetzt sind, bedarf kaum eines Beweises. Bei geschlossenen elliptischen Bahnen wird sich der Wechsel zwischen Erhitzung und Abkühlung wiederholen und zwar desto öfter, je kürzer die Umlaufszeit ist.

Herr Prof. Reusch schliesst nun — da ihm über die Bahnverhältnisse der Meteoriten keine Daten bekannt sind — aus einer Analyse der Fallzeiten, dass es Meteoritensysteme von relativ kurzer Umlaufszeit gebe und führt insbesondere Beispiele an, aus welchen er 6—7jährige, 12-, 15- bis 30jährige Umlaufszeiten etc. folgert. Hienach gelangt er zur Erklärung der Eingangs erwähnten Erscheinungen in der Structur der Meteoriten, indem er sagt:

„Eine Folge davon, dass die Bahnen der Meteorsteine von derselben Art, wie die der Kometen sind, würde, wie früher hervorgehoben, die sein, dass sie in verhältnissmässig kurzer Zeit — einmal in jedem Umlauf, wenn sie in der Nähe der Sonne waren — starker Erhitzung ausgesetzt wurden; darauf folgt im Weltraum wieder eine Abkühlung. Der Ståldalsmeteorit und die ihm ähnlichen zeigen, wie wir sahen, eine sogar bis zum Schmelzen gehende Erhitzung. Auch andere Beispiele von Meteoriten, die directe Zeichen von einer starken Erhitzung zeigen, sind früher angeführt worden. Die bei den steinartigen Meteoriten herrschende Bruchstückstructur, die Chondritstructur, ist vielleicht eine directe Folge derselben Umstände.“ — „Während auf der Erde die Temperaturunterschiede wohl selten bis zu 50° C. gehen, muss man sich mit Bezug auf die Meteorsteine Tempe-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

raturwechsel von 1000° und mehr vorstellen. Es scheint deshalb eine nicht unberechtigte Vermuthung zu sein, dass die bei den steinartigen Meteoriten vorherrschende Bruchstückstructur diesem Temperaturwechsel ihre Entstehung verdankt."

Ich glaube nicht unrichtig zu schliessen, wenn ich annehme, dass Herr Prof. Reusch Temperaturunterschiede von solcher Höhe nur unter Voraussetzung sehr kleiner Periheldistanzen überhaupt für möglich hält.

Nun muss aber vor Allem bemerkt werden, dass der Verfasser im Irrthum ist, wenn er annimmt, dass uns die geometrischen Grundlagen zur Entscheidung der Frage über die Perihele der Meteoriten völlig mangeln. Es ist auch nicht richtig, dass wir Radiationspunkte derselben nicht kennen. Bei einigen, wie bei jenen von Pultusk, Orgueil, Krähenberg, Marengo (Amana) und Mócs ist der Radiationspunkt genauer bekannt, als von irgend einem Sternschnuppensystem. Eine Unsicherheit über die Bahn kann bei diesen nur durch die Annahmen über die Geschwindigkeit entstehen, wenn man nämlich den bei einigen derselben aus den Beobachtungen gefundenen Werthen nicht hinlängliches Vertrauen schenken will. Man kann jedoch diesem Mangel dadurch abhelfen, dass man die Bahnen für verschiedene Geschwindigkeiten rechnet, wenn man nämlich irgend eine Hypothese in dieser Richtung prüfen will.

Ausser den wenigen Fällen, für welche der Radiationspunkt sehr gut bestimmt ist, kenne ich noch einige andere, bei welchen er sich nur minder genau feststellen liess, wie Hraschina, Orvinio, Pillistfer, Ståldalen, Gütersloh, Knyahynia. Bei allen diesen konnte der Radiationspunkt noch aus optischen Beobachtungen, aus Wahrnehmungen der betreffenden Feuerkugel, ermittelt werden. Endlich fand sich noch eine Anzahl solcher Fälle, bei welchen immerhin noch eine beiläufige Abschätzung möglich war. Die Resultate solcher Schätzungen können ziemlich viel, bis zu 20°, unsicher sein, allein bei der Untersuchung der Frage, um welche es sich hier handelt, ist in den meisten Fällen eine grössere Genauigkeit kaum nöthig.

Die Berechnung der Periheldistanz habe ich unter dreierlei Annahmen für die Geschwindigkeit, welche den Character der Bahn bestimmt, vorgenommen. Zunächst musste die Parabel gewählt werden, weil sie sowohl den Ellipsen mit grosser Umlaufszeit, als auch den Hyperbeln mit grosser Halbaxe nahe steht. Da Herr Prof. Reusch für die Meteoriten jedoch auch Bahnen mit kleiner Umlaufszeit supponirt, wurde die Rechnung auch für Ellipsen mit kleiner Halbaxe ($a = 2$)

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

geführt. Zwischen diesen und den Parabeln liegen dann alle Ellipsen mit grösserer Umlaufszeit.

Es ist jedoch bekannt, dass die Beobachtungen über die Geschwindigkeit in den beiden Fällen, wo solche zur Discussion standen (Pultusk und Orgueil) die Annahme elliptischer oder parabolischer Bahnen bestimmt ausgeschlossen und mit Nothwendigkeit auf Hyperbeln geführt haben. Bei den zahlreichen grossen Feuerkugeln, welche in dieser Hinsicht mit aller nöthigen Vorsicht untersucht wurden, hat sich so ziemlich ausnahmslos dasselbe herausgestellt. Ich habe daher die Perihele auch für ausgesprochene Hyperbeln ($a = 1/2$) gerechnet. Denn, wenn wegen der Prüfung einer Hypothese die Rechnungen sich auf die unserer Erfahrung nach minder wahrscheinlichen parabolischen und elliptischen Bahnen erstreckten, so war es erwünscht, dieselben auch auf jene Bahnformen auszudehnen, welche sehr wahrscheinlich den eigentlichen Typus der Meteoritenbahnen bilden. Da die Hyperbel keine geschlossene Bahn ist — sowie auch die strenge Parabel als Grenzfall — so könnte ein dieselbe verfolgender Himmelskörper nur einmal in die Nähe der Sonne kommen und wir auf der Erde könnten an ihm die Spuren ihrer grossen Wärmewirkung nur erkennen, wenn er die Sonnennähe vor dem Zusammenstosse mit der Erde passirt hätte. Für die ungefähr gleich zahlreichen Fälle, da das Entgegengesetzte stattfand, kann in diesem Sinne die Hypothese, welche ja überhaupt auf die geschlossenen Bahnen als Regel sich stützt, gar nicht in Betracht kommen.

In unserer Zusammenstellung sind für diese drei Annahmen, deren Durchführung so ziemlich den Ueberblick über die Verhältnisse unter allen denkbar wahrscheinlichen Umständen gestattet, die Periheldistanzen von 36 Meteoritenbahnen enthalten, wobei in üblicher Weise die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne als Einheit genommen, im Uebrigen aber die Excentricität der Erdbahn nicht berücksichtigt wurde. Die Auswahl des Materiales habe ich selbstverständlich nur nach dem Gesichtspunkte vorgenommen, dass jene Bahnen berechnet wurden, für welche einigermassen brauchbare Daten mir zugänglich waren. Die grosse Mehrzahl der Berichte über Meteoritenfälle ist so geartet, dass sie die denkbar verschiedensten Annahmen und Deutungen über die Bahnlage zulassen, und solche konnten also hier nicht Verwendung finden. Immerhin könnte jedoch die Tabelle noch durch solche Fälle vervollständigt werden, über welche ich genauere Nachrichten nicht auffinden konnte. Vielleicht gibt diese Arbeit dazu den Anstoss. Um die Prüfung der Rechnungsgrundlagen, nämlich die Annahme über den

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Radianten zu erleichtern, habe ich die benützten Nachweise am Schlusse gegeben.

An den Radianten sind die Erdstörungen nicht angebracht und bei der Berechnung der Perihele deshalb auch nicht berücksichtigt. Ich habe dies vorläufig bei einer Frage von so allgemeinem Character für überflüssig gehalten, weil der Betrag der Zenithattraction hier nur in wenigen Fällen über die Unsicherheit des Radiantenortes hinausgeht. Letzteres könnte noch am ehesten für die Hypothese elliptischer Bahnen bei grosser Elongation gelten, allein eine für die schliessliche Beurtheilung massgebende Veränderung kann auch bei diesen hiedurch nicht entstehen.

Periheldistanzen

von 36 Meteoritenbahnen.

	Parabel	Ellipse	Hyperbel
	$v = \sqrt{2}$	$v = \sqrt{1{\cdot}5}$, $a = 2$	$v = 2$, $a = 0\ 5$
1. Tieschitz	0·160	0·117	0 318
2. Toulouse	0·431	0·510	0·298
3. Hraschina	0·453	0·559	0·340
4. Villanova	0·454	0·560	0·341
5. Blansko	0·605	0·690	0·475
6. Jowa City	0·707	0·766	0·623
7. Stannern	0·728	0·617	0·849
8. Agen	0·750	0·696	0·817
9. Mező Madarasz	0·828	0·882	0·732
10. Orvinio	0·828	0·758	0·896
11. Lancé	0·844	0·894	0·754
12. Pillistfer	0·846	0·894	0·755
13. Ceresetto	0·859	0·905	0·755
14. Orgueil	0·874	0·916	0·794
15. Hessle	0·880	0·920	0·802
16. Bhawalpur	0·896	0·930	0·845
17. Krähenberg	0 904	0·938	0·840
18. Czaczak	0·911	0·943	0·897
19. L'Aigle	0·927	0·891	0·957
20. Mócs	0·930	0·913	0·948
21. Marengo	0·935	0·951	0·912
22. Erxleben	0·954	0 972	0·909
23. Ståldalen	0·958	0·974	0·925
24. Quenggouk	0·960	0·975	0·930
25. Little Piney	0·963	0·977	0·932

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

	Parabel $v = \sqrt{2}$	Ellipse $v = \sqrt{1 \cdot 5}$, $a = 2$	Hyperbel $v = 2$, $a = 0 \cdot 5$
26. Barbotan	0·968	0·980	0·941
27. Rochester.	0·970	0·982	0·944
28. Tysnes.	0·974	0·969	0·978
29. Gütersloh.	0·975	0·984	0·958
30. Knyahynia	0·986	0·990	0 978
31. Pultusk	0·990	0·994	0·981
32. New-Concord . . .	0·991	0·990	0·986
33. Weston	0·992	0·995	0·986
34. Braunau	0·996	0·997	0·994
35. Slavetic	0·997	0·998	0·994
36. Wessely	1·000	1·000	0·998

Für die Entscheidung über die Wahrscheinlichkeit der Hypothese des Herrn Professors Reusch ist das vorliegende Material zweifellos ausreichend, zumal sich in demselben die Fälle von Tysnes, Ståldalen und Hessle finden, welche ihm zu seinen Aufstellungen Veranlassung gaben.

Zur besseren Characterisirung dieser Sonnennähen will ich zunächst daran erinnern, dass die Distanz des Mercurperihels 0·3077 und jene des Venusperihels 0·7184 ist. Eine bis zum Schmelzen der Meteoritenmasse gehende Erhitzung wird man wohl erst innerhalb der Mercurbahn annehmen wollen. Hiernach genügt ein Blick auf unsere Resultate (welche für die Parabel nach aufsteigenden Periheldistanzen geordnet sind), um sich die Ueberzeugung zu verschaffen, dass an eine solche fast ausnahmslos nicht gedacht werden kann. Für die Ellipse ist nur ein Perihel kleiner als 0·5, für die Parabel finden sich solcher 4, für die Hyperbel 5. Bei 80 Procent dieser Bahnen fällt die Sonnennähe zwischen die Bahn der Venus und der Erde, ja bei ungefähr 56 Procent beträgt sie nur um $^1/_{10}$ weniger als die Entfernung der Erde von der Sonne.

Nur die Bahn des Meteoriten von Tieschitz kann durch eine zulässige Veränderung des Radianten und durch Supponirung der Geschwindigkeit so gedacht werden, dass dieser ganz aus nächster Nähe der Sonne gekommen wäre. Die blosse Möglichkeit ist aber doch gewiss noch weit entfernt von dem Nachweise der Realität. Und was könnte dieser eine Fall für die Frage im Allgemeinen beweisen, gegenüber den übrigen durchaus negativen Ergebnissen?

Bei dem Meteoriten von Tysnes lässt sich leicht nachweisen, dass jener Radiant, aus welchem der Meteorit hätte kommen müssen, wenn

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

seine Bahn in der Nähe der Sonne vorbei ging, sich zur Fallzeit ziemlich tief unter dem Horizont befand. Es kommt also hier nicht einmal darauf an, ob der für unsere Bahnbestimmung zu Grunde gelegte Radiationspunkt mehr oder weniger unsicher ist.

Man könnte nun freilich hiezu bemerken, dass die Bahnen dieser Meteoriten nicht immer jene Gestalt und Lage gehabt haben mochten, wie zur Zeit des Zusammenstosses mit der Erde und man könnte es dann für möglich halten, dass die Sonnennähen einmal auch viel kleiner waren und durch Störungen später erst so beträchtlich verändert worden sind. Es scheint mir wirklich, dass der Beweis für das Gegentheil in einzelnen Fällen schwer zu führen wäre, man muss sich jedoch stets die Gesammtheit der Erscheinung vor Augen halten. Wenn es wahrscheinlich sein soll, dass die Sonnennähe fast um den ganzen Radius der Erdbahn vergrössert werden konnte, so sind ganz besondere Annahmen über die Bahnlage nothwendig, welche ohne Voraussetzung einer zulässigen Ursache im Vergleiche zu den übrigen sonst möglichen Fällen sich als sehr wenig wahrscheinlich ergeben. Man darf nicht vergessen, dass es sich hier nicht darum handelt, Einen Ausnahmsfall unter Tausend anderen zu erklären, da die physikalischen Eigenthümlichkeiten der Structur, von welchen hier die Rede ist und aus welchen auf eine wiederholte grosse Annäherung an die Sonne geschlossen wird, sehr häufig, zum mindesten unter den 36 herausgegriffenen Fällen mehrfach auftreten.

Man wird, um die Möglichkeit solcher Bahnänderungen zu erklären, bei welchen die Periheldistanz derart ansehnlich vergrössert werden könnte, selbstverständlich die beiden sonnennahen Planeten Mercur und Venus ganz ausser Betracht lassen müssen und auch sonst hauptsächlich die grossen Körper dieser Art, insbesondere Jupiter und Saturn zu berücksichtigen haben.

Zunächst sind nun jene Fälle auszuschliessen, bei welchen die Bahnneigung erheblich ist, weil bei diesen für die Störungsmöglichkeit zwei Bedingungen, deren Wahrscheinlichkeit im Einzelnen schon äusserst gering ist, gleichzeitig erfüllt sein müssen. Es muss nämlich die Bahn an sich so beschaffen sein, dass der zweite Knoten sehr nahe an die Bahn des störenden Planeten trifft und überdies müssen sich der störende und der gestörte Körper zugleich unweit der Stelle dieser Annäherung befunden haben. Die Wahrscheinlichkeit für das Zusammentreffen beider Bedingungen ist eine sehr geringe und man kann daher diese Annahme zur Erklärung einer nicht ungewöhnlichen Erscheinung füglich bei Seite lassen. Unter diese Fälle gehört u. A aber auch jener

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

auf den Tysnes-Inseln, welcher dem Verfasser den Anlass zu seinen Betrachtungen gegeben hat, dann jener bei Orvinio und Tieschitz, welche ähnliche Verhältnisse zeigen.

Es bleiben dann noch die Bahnen, deren Ebenen mit der Ekliptik und den Bahnebenen der grossen Planeten näher zusammenfallen und dieser sind wohl noch mehr als die Hälfte.

Um über die Wahrscheinlichkeit der Beziehungen der Meteoritenbahnen zu den grossen Planeten ein Urtheil zu erlangen, darf man vielleicht einen Vergleich mit den Kometen anstellen. Zwar tritt hier der wesentliche Unterschied hervor, dass bei den Kometen die Existenz elliptischer Bahnen zweifellos, bei den Meteoriten dagegen aus der Erfahrung noch nicht erwiesen ist; dies stört jedoch die Analogie gerade in dieser Frage nicht.

Nun gibt es in der That eine Gruppe von Kometen kurzer Umlaufszeit, welche Eigenthümlichkeiten zeigen, die der Vermuthung Raum geben, dass die gegenwärtige Form und Lage ihrer Bahnen eine Folge der Einwirkung Jupiters ist. Diese Frage ist schon mehrfach untersucht worden. Schulhof hat in Nr. 2964 d. A. N. die Elemente dieser Kometen zusammengestellt — es sind nach Abrechnung des Encke'schen, welcher nicht in Betracht kommen kann, 20 — und Herr Callandreau vom Pariser Observatorium hat (Annales de l'Observatoire de Paris, Memoires t. XX) dieselbe neuerdings zum Gegenstande sehr interessanter analytischer Betrachtungen gemacht, indem er die Umstände für die Möglichkeit und Wahrscheinlichkeit dieser Störungen sehr genau entwickelte. Herr Callandreau ist in der That geneigt die betreffenden Bahnen dem Einflusse Jupiters zuzuschreiben. Es kam bei diesem Anlasse auch die Untersuchung von Olbers über die Wahrscheinlichkeit eines solchen Ereignisses in Betracht, welche nach den Annahmen Callandreau's nicht grösser wird, als dass man auf etwa 400 innerhalb Jupiter entfallende Kometen nur einmal das Eintreten desselben erwarten könnte. Allein es mögen dabei vielleicht auch Umstände in Frage kommen, welche man noch nicht völlig übersehen kann. Nimmt man also an, dass 20 uns bekannte Kometen ihre Bahnform und insbesondere auch ihr Perihel wirklich durch Jupiter erhalten haben, so sind dies doch nur ungefähr $^1/_{15}$ jener Kometen, welche unserem Beobachtungskreise so nahe gekommen sind, dass ihre Bahnen berechnet werden konnten.*) Analog würden dann unter 36 Meteoriten also nicht

*) Das Kometenverzeichniss in der letzten von Prof. Dr. Weiss herausgegebenen Auflage der „Wunder des Himmels" enthält 307 Kometen bis 1885.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

viel mehr als 2 von solcher Art sein. Allein die Wahrscheinlichkeit, dass die Perihele der Meteoritenbahnen z. B. durch Jupiter etwa von 0·1 bis nahe an 1 vergrössert worden sind, ist — wenn man die Analogie weiter gelten lassen will — eigentlich noch viel kleiner, denn unter den angeführten 20 Kometen ist es (nach Ausschluss des Lexell'schen) meines Wissens nur Einer, welcher nachweisbar in so hohem Grade von Jupiter beherrscht wird. Es ist dies der Komet Temple 1, dessen Aphel um 0·3—0·4 des Erdbahnradius von Jupiter entfernt ist. Die Bahnelemente sind so bedeutenden Störungen durch diesen unterworfen, dass die Periheldistanz, welche im Jahre 1867: 1·562 betrug, im Jahre 1885: 2·073 war, also um mehr als 0·5 vergrössert wurde. Die Wahrscheinlichkeit bleibt noch immer äusserst gering, wenn man auch noch jene unter den genannten Kometen einrechnet, welche nicht wieder gefunden worden sind.

Bei Anführung dieses besonderen Beispieles möchte ich übrigens, um Missverständnissen vorzubeugen, daran erinnern, dass die Bahn dieses Kometen (von nicht ganz 6 Jahren Umlaufszeit) durchaus zwischen der Mars- und Jupiterbahn liegt, also der Erdbahn nirgends nahe kommt. Im Verlaufe seiner Betrachtungen glaubt nämlich Herr Prof. Reusch eine auffallende Periodicität von Meteoritenfällen innerhalb 6—7 Jahren zu erblicken, auf welche ich später noch zurückkommen werde. Bei der nicht immer sehr kritischen Vorliebe für die Ableitung der Meteoriten aus bestimmten kometarischen Strömen können derartige Analogien leicht zu übereilten Schlüssen führen, wie dies eben hinsichtlich dieses Kometen auch schon vorgekommen ist. (A. N. 2752 u. 2767.)

Die Bahn des erwähnten Kometen könnte jedoch immerhin auch als Typus von Meteoritenbahnen gelten, welche dann ähnlichen oder auch grösseren Störungen unterworfen sein würden. Man kann solche analog auch in Bezug auf Saturn und die beiden andern, fernen Planeten denken. Allein Beispiele dieser Art sind, wie ich eben hervorgehoben habe, auch unter den Kometen nicht häufig. Da uns nun die Radiationspunkte der Meteoriten keinen Zusammenhang erkennen lassen, dass wir sie aus Einem derartigen Strome oder aus wenigen solcher besonderer elliptischer Ströme ableiten könnten, müssten wir ihrer viele annehmen, kurz, wir würden zu dem Schlusse gelangen, dass eben dasjenige, was bei den Kometen als seltene Ausnahme gilt, für die Meteoriten ungefähr die Regel wäre, dass sie Körper sind, mit welchen die grossen Planeten gleichsam Ball zu spielen pflegen; dieses nämlich, wenn wir erklären wollten, wie die fast ausnahmslos sehr grossen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Periheldistanzen der zur Erde gefallenen Meteoriten früher einmal sehr klein waren, und wenn wir Eigenthümlichkeiten der Structur derselben auf solche Umstände zurückzuführen gezwungen wären. Man darf indessen wohl hoffen, dass andere bekannte, einfachere Erklärungen für diese Erscheinung den Thatsachen entsprechen werden.

Das Ergebniss unserer vorliegenden Betrachtungen ist daher folgendes:

1. Für 36 untersuchte Meteoritenbahnen erwiesen sich die Periheldistanzen so gross, dass an eine bedeutende Erhitzung im Perihel durch die Sonne nicht zu denken ist.

2. Bei allgemeinen Annahmen über die Lage der Meteoritenbahnen ist die Wahrscheinlichkeit, dass dieselben Periheldistanzen früher einmal so klein waren, dass derartige Temperaturerhöhungen in der Sonnennähe stattfinden konnten, äusserst gering.

3. Wollte man die Hypothese der Aenderungen der Periheldistanzen wahrscheinlicher machen, so müsste man besondere Voraussetzungen über die Meteoritenbahnen gelten lassen, für deren Realität vorläufig hinlängliche Gründe nicht bekannt sind.

II.

Ich komme nun zu jenen Betrachtungen des Verfassers, aus welchen er die allgemeine Wahrscheinlichkeit elliptischer Bahnen und insbesondere auch bestimmte Umlaufszeiten ableitet.

Er sagt: Von besonderem Interesse sind die Falltage, die so eintrafen, dass man aus ihnen mit einiger Wahrscheinlichkeit für einzelne Meteorschwärme auf eine bestimmte Umlaufszeit schliessen kann. Im Februar sind besonders folgende Fälle zu merken:

„19.	Febr.	1785	Wittmess;	19.	Febr.	1796	Tasquinha.
18.	„	1815	Duralla;	18.	„	1824	Irkutsk.
16.	„	1876	Judesgherry;	16.	„	1883	Alfianello.“

Aehnliche Beispiele werden nun noch für verschiedene andere Monate angeführt — wobei, was ohneweiters zulässig ist, auch Fälle verglichen werden, bei welchen 1—3 Tage Unterschied im Monatsdatum vorkommen — und die anfangs mehr hypothetische Ausdrucksweise wird immer bestimmter, so z. B. in dem Satze (S. 506): „Ein Umstand, der zu beachten wohl werth ist, ist der, dass die Umlaufszeit von 6—7 Jahren bei mehreren Meteoritensystemen stattfindet.“ *)

*) Streng genommen ist es aber nicht einmal die mehrfache Wiederkehr von Fällen zu annähernd demselben Monatsdatum nach je 6—7 Jahren, sondern es sind fast immer nur verschiedene annähernde Vielfache: 13, 23, 37, 18 etc., welche dem Verfasser zu dieser Bemerkung Anlass geben.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Solche und ähnliche Aufstellungen sind schon öfter versucht worden, wie es denn überhaupt nahe liegt, einen Zusammenhang zwischen anscheinend periodisch auftretenden Ereignissen anzunehmen. Es ist jedoch dabei immer grosse Vorsicht zu empfehlen und ich werde sogleich zeigen, dass auch in diesem Falle die Schlussfolgerungen im Allgemeinen durchaus nicht zulässig sind. Wenn nämlich die betreffenden Fälle, welchen annähernd gleiche Knoten entsprechen, auch Bahnen gleicher Umlaufszeit, Neigung etc. erweisen sollen, so müssen ganz selbstverständlich auch die Radiationspunkte identisch sein oder doch mindestens nahe beisammen liegen.

Wie weit dies bei den hier untersuchten 36 Meteoritenfällen etwa zutrifft, möge man aus der folgenden Uebersicht der scheinbaren Radianten entnehmen, deren Orte zwar mit sehr verschiedener Genauigkeit und mehrfach noch sehr unsicher bestimmt sind, aber immerhin ausreichend genau für diesen Zweck:*)

	Scheinbarer Radiant:	
	Rectasc.	Declinat.
1. Jänner 1869 (Hessle)	315°	— 12°
30. Jänner 1868 (Pultusk)	19	+ 13·5
3. Februar 1882 (Mócs)	264	+ 40
12. Februar 1875 (Marengo)	104	— 30
13. Februar 1839 (Little Piney)	90	+ 12
29. Februar 1868 (Villanova)	340	— 11
10. April 1812 (Toulouse)	205	— 6
15. April 1812 (Erxleben)	139	— 12
17. April 1851 (Gütersloh)	172	+ 48
26. April 1803 (L'Aigle)	310	+ 24
1. Mai 1860 (New Concord)	103	— 31
5. Mai 1869 (Krähenberg)	190	+ 8
6. Mai 1751 (Hraschina)	60	+ 20·5
14. Mai 1864 (Orgueil)	86·5	+ 24
20. Mai 1884 (Tysnes)	280	+ 50
22. Mai 1808 (Stannern)	315	— 15
22. Mai 1868 (Slavětic)	157	+ 37
9. Juni 1866 (Knyahynia)	170	+ 55
28. Juni 1876 (Ståldalen)	155	+ 19

*) Das Datum ist hier nach bürgerlicher Zeit, um mit der üblichen Anordnung der Meteoritenverzeichnisse nicht in Widerspruch zu kommen. Im Anhange ist jedoch das astronomische Datum für die Fälle nach Mitternacht festgehalten worden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

	Scheinbarer Radiant: Rectasc.	Declinat.
14. Juli 1847 (Braunau)	221	+ 55
15. Juli 1878 (Tieschitz)	68	+ 40
17. Juli 1840 (Ceresetto)	151	+ 23
23. Juli 1872 (Lancé)	153	+ 18
24. Juli 1790 (Barbotan)	245	— 24
8. August 1863 (Pillistfer)	167	— 14·5
31. August 1872 (Orvinio)	90	— 14
4. September 1852 (Mezö-Madarasz)	190	0
5. September 1814 (Agen)	358	+ 55
9. September 1831 (Wessely)	254	0
23. September 1873 (Bhawalpur)	334	+ 27
15. November 1861 (Jowa City)	50	— 10
25. November 1833 (Blansko)	52·5	+ 21
1. December 1889 (Czaczak)	27	+ 25
14. December 1807 (Weston)	357	+ 55
21. December 1867 (Rochester)	330	— 11
27. December 1857 (Quenggouk)	47	— 8

Wie man bemerken wird, befinden sich unter diesen 36 Fällen mehrere solche mit übereinstimmenden Falltagen, ganz von der Art, wie sie Herr Prof. Reusch anführt. Ich will sie hier noch besonders herausheben:

	Scheinb. Radiant α	δ	Abstand
12. Februar 1875 (Marengo)	104°	— 30°	45°
13. „ 1839 (Little Piney)	90	+ 12	
15. April 1812 (Erxleben)	139°	— 12°	58°
17. „ 1851 (Gütersloh)	172	+ 48	
20. Mai 1884 (Tysnes)	280°	+ 50°	86°
22. „ 1868 (Slavetic)	157	+ 37	131°
22. „ 1808 (Stannern)	315	— 15	
14. Juli 1847 (Braunau)	221°	+ 55°	82°
15. „ 1878 (Tieschitz)	68	+ 40	73°
17. „ 1840 (Ceresetto)	151	+ 23	
23. Juli 1872 (Lancé)	153°	+ 18°	97°
24. „ 1790 (Barbotan)	245	— 24	

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

	Scheinb. Radiant α	δ	Abstand
4. September 1852 (Mező-Madarasz) . . .	190°	0°	125°
5. „ 1814 (Agen)	358	+ 55	

Wie man sieht, ist bei der Mehrzahl dieser Gruppen der Abstand der betreffenden Radianten fast ein Viertelkreis und selbst noch grösser. Es kann in allen diesen Fällen an einen Zusammenhang in der vom Herrn Prof. Reusch angenommenen Weise also auch nicht im entferntesten gedacht werden. Ich habe mich hier auf die angeführten Fälle mit positiven Daten beschränkt; sehr leicht wäre es noch für sehr viele andere den negativen Nachweis — nämlich dass die Radianten, wenn sie auch nicht angegeben werden können, weit auseinander lagen — zu erbringen, denn die Berichte über Meteoritenfälle sind oft zu unbestimmt, um zu entscheiden, wo der Radiant war, aber häufig bestimmt genug, um zu sagen, wo er nicht war.

Man kann, wenn man noch um einige Tage weiter gehen will, die Anzahl der zu vergleichenden Fälle noch etwas vermehren, ohne dass das Resultat ein anderes wird, so z. B. kann der Fall von Toulouse am 10. April 1812 noch mit der zweiten Gruppe verglichen werden. Auch wird man bemerken, dass Toulouse und Erxleben nur um 4 Tage getrennt im selben Jahre stattfanden, also ein reichliches Feld von Conjunctur darbieten, das durch den Abstand der Radianten (fast 70°) aber gänzlich unfruchtbar wird. Man kann auch jenen bei Wessely am 9. September 1831 mit der letzten Gruppe und den von Rochester am 21. December 1876 vergleichen mit dem von Quenggouk am 26. December 1857 u. s. w., allein das Ergebniss bleibt ein gleiches, nämlich ein ganz und gar negatives. Nur für die Meteoriten von Ceresetto am 17. Juli 1840 und von Lancé am 23. Juli 1872 haben wir Radiationspunkte gefunden, welche nahe beisammen liegen, aber leider sind beide Positionen blos ganz beiläufig abgeschätzt, wie man im Anhange finden wird, so dass diesem Umstande nur deshalb vielleicht einiges Gewicht beizulegen wäre, weil er sich analog bei genauer untersuchten detonirenden Meteoren wiederholt. Inwieferne man aber daraus für diese beiden Fälle geschlossene Bahnen nothwendig folgern müsste, wollen wir später sehen.

Obwohl die von mir mitgetheilten 36 Fälle alles brauchbare Material enthalten, welches mir in dieser Beziehung bisher bekannt geworden ist, so stellen sie sich doch so dar, als ob sie ausgesucht wären um das so oft angewendete Verfahren, blos aus der Uebereinstimmung

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der Fallzeiten im Monatsdatum (Knotenlängen) Schlüsse auf die Zusammengehörigkeit und Bahnform zu ziehen, ad absurdum zu führen. Diese 36 Fälle sind im Vergleiche zu den übrigen Hunderten, von welchen man theilweise fast nicht mehr als die Falltage kennt, freilich eine geringe Minderzahl. Dass sich aber selbst unter diesen nicht zahlreichen, schon so vielfach die Uebereinstimmung im Datum zeigt, wobei jeder andere directe Zusammenhang ausgeschlossen ist, und zwar so ziemlich ausnahmslos in allen vorliegenden Fällen, beweist wenigstens, dass alle derartigen Schlussfolgerungen nicht die geringste allgemeine Beweiskraft besitzen. Ich möchte es jedoch als sehr wahrscheinlich gelten lassen, dass auch bei den Meteoriten einzelne Uebereinstimmungen der Radianten bei gleichem Knoten oder Monatsdatum stattfinden, wie dies bei den grossen und auch detonirenden Feuerkugeln von mir vielfach nachgewiesen worden ist, und wie es auch bei Sternschnuppenströmen vorkömmt. Im Allgemeinen gilt aber auch hier das früher Gesagte. An einem und demselben Tage und daher auch am selben Monatsdatum verschiedener Jahre treten zugleich oder in kleinen Zwischenräumen viele verschiedene Radiationen auf, welche jedenfalls nicht auf identische Meteorsysteme zurückgeführt werden können. Selbst das in gewissen Jahresabschnitten häufigere Auftreten grosser Meteore ist nicht durchweg auf einzelne bestimmte Radiationspunkte, sondern viel öfter auf das Zusammentreffen von Erscheinungen ganz verschiedener Ströme zurückzuführen.

Für Diejenigen, welche sich etwas eingehender mit dem Studium der Bahnen dieser Himmelskörper befassen, steht es heute ausser Frage, dass die Identität des Bahnknotens allein gar kein Kriterium für den Zusammenhang darstellen kann. Von den Sternschnuppen ist dies längst bekannt. Man kann in Einer Nacht, ja in einer Stunde bald hintereinander Meteore beobachten, welche ganz verschiedenen weit entlegenen Radiationspunkten angehören. Man pflegt sie mitunter als „sporadische Meteore“ zu bezeichnen, aber die durch mehrere Nächte fortgesetzten Beobachtungen erweisen, dass auch diese sporadischen Erscheinungen Meteorsystemen angehören.

Bei den grossen Feuerkugeln verhalten sich diese Umstände ebenso und ganz ähnlich wie bei den Meteoriten. Ich will hier einige Fälle anführen, welche augenscheinlich beweisen, dass aus der Wiederkehr solcher Erscheinungen zur selben Knotenlänge, d. i. bei gleichem Monatsdatum ohne weiters nicht auf identische Bahnen und überhaupt auf die Zuzammengehörigkeit geschlossen werden dürfe. Ich wähle dazu Fälle, bei welchen der Radiationspunkt (er ist hier in Rectascension α und

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Declination δ angeführt) durch zahlreiche correspondirende Beobachtungen sehr sicher bestimmt werden konnte:

	Radiationspunkt	
I.	α	δ
1. Meteor am 17. Juni 1873	248·6°	— 20·2°
2. „ „ 17. Juni 1885	112°	+ 42°
II.	α	δ
1. Meteor am 21. April 1887.	214°	— 13°
2. „ „ 22. April 1888.	100·7°	+ 10°
III.	α	δ
1. Meteor am 23. October 1887	224°	— 8°
2. „ „ 23. October 1889	311·4°	— 11·3°
IV.	α	δ
1. Meteor am 15. October 1867	269°	+ 46°
2. „ „ 15. October 1889	24·2°	+ 18·3°
V.	α	δ
1. Meteor am 12. Jänner 1879*)	133°	+ 19°
2. „ „ 12. Jänner 1879*)	52°	— 10°
VI.	α	δ
1. Meteor am 27. November 1862	100°	+ 28°
2. „ „ 27. November 1877	285°	+ 64°

Die Zahl solcher Fälle ist sehr gross. Ich habe nur einige davon beispielsweise herausgegriffen, bei welchen die Bestimmungen sehr genau und die Verschiedenheit der Bahnlage so in die Augen fallend ist, dass an identische oder auch nur ähnliche Bahnen selbstverständlich nicht gedacht werden kann.

Wenn man also hier dieselben Verhältnisse wiederfindet, wie ich sie früher für eine Anzahl Meteoriten gleicher Falltage nachgewiesen habe, Verhältnisse, welche für die betreffenden Fälle die von Herrn Prof. Reusch gezogenen Folgerungen gänzlich umstossen, so wird man die Analogie zwischen Feuerkugeln und Meteoriten wohl auch in den Fällen gelten lassen müssen, wo bei zusammengehörigem Falldatum eine augenscheinliche Uebereinstimmung der Radianten stattfindet. Indem ich auch dafür Beispiele anführe, welche, wie ich schon vorhin andeutete, eine Anwendung auf Meteoritenfälle ohneweiters zulassen, will ich gleich voraus bemerken, dass selbst diese Erscheinung für die Annahme, dass sich die betreffenden Körper in geschlossen elliptischen

*) Beide in derselben Nacht gleich hintereinander.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Bahnen bewegten nicht das geringste beweisen, weil in allen diesen Fällen durch die Beobachtungen so grosse Geschwindigkeiten nachgewiesen sind, dass man zur Annahme hyperbolischer Bahnen gezwungen ist.

Die erste völlig sicher nachgewiesene Beziehung dieser Art betrifft zwei von mir berechnete Bahnen grosser detonirender Meteore,*) u. z.:

		R a d.	
		α	δ
1. Meteor am 10. April 1874	. . . . .	19^0	$+57^0$
2. „ „ 9. „ 1876	. . . . .	17^0	$+57^0$

Andere Beispiele, bei welchen die Falltage etwas weiter auseinander liegen, sind folgende:**)

		R a d.	
		α	δ
1. Meteor am 13. März 1883	. . . . .	149^0	-9^0
2. „ „ 17. „ 1877	. . . . .	145^0	-4^0
		α	δ
1. Meteor am 15. October 1889	. . . . .	$24{\cdot}2^0$	$+18{\cdot}3^0$
2. „ „ 19. „ 1877	. . . . .	20^0	$+15^0$

Um eine Woche entfernt liegen die Monatsdata bei nachstehenden Fällen:***)

		R a d.	
		α	δ
1. Meteor am 12. Jänner 1879	. . . . .	133^0	$+19^0$
2. „ „ 19. „ 1877	. . . . .	$135{\cdot}5^0$	$+22^0$

Noch etwas grösser ist der Abstand der Knoten folgender übereinstimmender Bahnen:

		R a d.	
		α	δ
1. Meteor am 3. Februar 1856	. . . . .	120^0	-7^0
2. „ „ 13. „ 1871	. . . . .	120^0	-7^0

Untersucht man diese Verhältnisse noch weiter, so ergeben sich nun Fälle, bei welchen ein Abstand im Datum der Erscheinungen von mehreren Wochen, ja Monaten bei nahezu übereinstimmender Bahnlage besteht, auf welche merkwürdigen Beziehungen ich in den A. N. Nr. 2566 aufmerksam gemacht habe, wobei ich nicht unterliess die entsprechenden

*) Beiträge zur kosmischen Theorie der Meteoriten. Sitzb. d. k. Ak. in Wien. 75. Bd. II. April 1877.

**) Sitzb. d. k. Ak. in Wien. 88. Bd. II. Juni 1883; Dr. F. Koerber in Annalen des k. k. nat. Hofm. in Wien, Bd. V. und Tupman in Astr. Soc. Monthl. Rep. 1878.

***) Sitzb. d. k. Ak. in Wien, 79. Bd. II. Mai 1879.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Schlussfolgerungen zu ziehen. Ich will auch hier einige der dort berührten Thatsachen nebst einigen seither neuerdings nachgewiesenen anführen.

Im 83. Bde. II. Abthlg. der Sitzb. d. k. Akd. in Wien habe ich 11 Feuerkugeln bezeichnet, welche zwischen dem 5. und 28. November aus dem bekannten Radiationspunkt in der Nähe der Plejaden, im Mittel aus $\alpha = 59^0$, $\delta = +20^0$ herkamen. Darunter befanden sich 9, für welche die Geschwindigkeit aus Dauerschätzungen ermittelt werden konnte und diese ergab sich nur in zwei Fällen derart (37—41 km), dass man auf eine elliptische Bahn schliessen könnte, wenn diese Bestimmung eine völlig sichere wäre, während sich für die andern 7 Geschwindigkeiten ergeben (53—100 km), welche nur die Annahme von Hyperbeln gestatten. Durchschnittlich ergab sich für diese 9 Feuerkugeln eine Geschwindigkeit von nahezu 60 km.

Noch etwas weiter auseinander liegen die Bahnknoten in folgenden Fällen, welche ich meiner Abhandlung in den Astr. Nachr. 2566, wo sich die Nachweisungen finden, entnehme:

	Radiationspunkt	
	α	δ
1. Meteor am 3. Juni 1883	249·9⁰	— 20·2⁰
2. „ „ 7. „ 1878	249	— 21
3. „ „ 17. „ 1873	248·6	— 20·2
4. „ „ 13. Juli 1879	246	— 19

Auf Grund dieses Beispieles habe ich an der citirten Stelle die Frage untersucht ob, wenn solche Uebereinstimmungen nicht als Werk des Zufalles betrachtet werden, sondern die Existenz ausgebreiteter Meteorsysteme vermuthen lassen, elliptische Bahnen den Beobachtungen in einfacher Weise Genüge leisten können, wobei sich das Resultat ergab, dass dies nicht der Fall sei.

Dasselbe gilt von dem folgenden Beispiele, bei welchem die Daten meiner Abhandlung seither durch die von Herrn Dr. F. Körber gelieferte sehr genaue Bahnberechnung vermehrt wurden.

	Radiationspunkt	
	α	δ
1. Meteor am 5. September 1863	18⁰	+ 23⁰
2. „ „ 19. „ 1862	22	+ 16
3. „ „ 25. „ 1862	23	+ 22
4. „ „ 15. October 1889	24·2	+ 18·3
5. „ „ 19. „ 1877	20	+ 15

Im vorliegenden Falle liegt während 6 Wochen keine nachweisbare erhebliche Aenderung des Ausstrahlungspunktes vor, und es ist nicht

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

möglich die betreffenden Meteoriten als Glieder eines Meteorsystems von elliptischer Bahn zu betrachten, weil selbst für sehr grosse Halbaxen und Umlaufszeiten der Radiationspunkt während dieser Zeit sich am Himmel um mindestens 30° weiter bewegt haben müsste; es wäre denn, dass man es nicht mit einem, sondern mit einer Anzahl ganz besonders gelagerter elliptischer Systeme zu thun hätte, eine Hypothese, welche mit Rücksicht auf das gesetzmässige Auftreten dieser Erscheinung in so vielen anderen ganz analogen Fällen nicht wahrscheinlicher ist, als die Annahme, dass diese Uebereinstimmungen überhaupt rein zufällig sind.

Indem wir uns bestreben einen solchen Complex von Erscheinungen, wenn nicht auf den letzten Grund, so doch auf eine einfachere, gesetzmässige Ursache zurückzuführen, bringt uns, in den hier beispielsweise bezeichneten und in den übrigen von mir sonst untersuchten Fällen, die Annahme elliptischer Bahnen nicht einen Schritt weiter, denn die Aufgabe, den Zusammenhang zwischen den Radianten aufzuklären erhält nur eine andere nicht einfachere Form, nämlich diese, den ursächlichen Zusammenhang zwischen einer Reihe nebeneinander liegender elliptischen Bahnen zu begründen. Ich will versuchen dies beispielsweise an einem Falle durchzuführen und wähle hiezu die früher hervorgehobenen Feuerkugeln im November.

Ueberblickt man die oben angeführten Radiationspunkte vom 23. October bis 28. November, so erkennt man unregelmässige Abweichungen der Positionen, welche ohne Zweifel auf die unvermeidlichen Fehler der Bestimmung dieser Punkte zurückzuführen sind. Der grösste Unterschied in Rectascension beträgt 18° (wenn nämlich Oct. 23. nicht ausgeschlossen wird) und in Declination 8·5°. Es sind dies Differenzen, welche nicht zu gross sind als dass sie nicht der Unsicherheit, die solchen Beobachtungen anhaftet zugeschrieben werden können, aber gross genug, um die gesetzmässige Aenderung der Lage des scheinbaren Radianten bei wachsender Sonnenlänge zu verdecken. Da die Veränderung also sicher gering ist, so könnte man für die folgenden Betrachtungen eine mittlere Position unverändert festhalten, weil aber für die Annahme elliptischer Bahnen ein stärkeres Fortschreiten des Radianten günstiger ist, so stehe ich nicht an, zwei Positionen herzuleiten, indem die Mittelwerthe der ersten 6 und ebenso jene der letzten 6 Fälle auf eine mittlere Epoche bezogen werden. Auf diese Weise würde man erhalten für

November 5. : $\alpha = 57{\cdot}2^0$ $\delta = 19{\cdot}8^0$

„ 20. : $\alpha = 60{\cdot}1$ $\delta = 20{\cdot}3$

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ob die sich dabei herausstellende Verschiebung von 3^0 qualitativ und bis zu welchem Grade auch quantitativ als reell anzusehen, bleibt allerdings fraglich. Da die mittlere Unsicherheit des ersten Mittels $\pm 2{\cdot}0^0$ und die des zweiten $\pm 1{\cdot}5^0$ beträgt, so wäre der Unterschied beider Positionen rechnungsmässig um $\pm 2{\cdot}5^0$ unsicher, was etwas weniger als seine Grösse selbst ist, so zwar, dass die qualitative Realität einer geringen Vergrösserung der Länge (die Breite bleibt fast Null) nicht unwahrscheinlich ist. Da die sehr geringe Breite ohneweiters vernachlässigt werden kann, wollen wir die Längen für die beiden Epochen rund mit 59^0 und 62^0, die Breiten: Null nehmen. Wir wollen nun für die Geschwindigkeit — obgleich die Beobachtungen den stark hyperbolischen Werth 60 km durchschnittlich lieferten — eine Grösse annehmen, die einer Ellipse kleiner Umlaufszeit entspricht, eine solche, welche um $^1/_4$ grösser ist, als die Geschwindigkeit der Erde in der Entfernung 1, also $v = 1{\cdot}25$, oder etwa 37 km. Hiernach erhalten wir für die beiden Epochen Ellipsen, welche durch folgende Gleichungen dargestellt sind und aus welchen unmittelbar die beigesetzten Bestimmungen für das Perihel etc. gefolgert werden können:

Epoche:

November 5: $\varrho = \dfrac{0{\cdot}489}{1 + 0{\cdot}887 \cos w}$

Periheldistanz: $q = 0{\cdot}259$

Länge des Perih.: $L = 168^0$

November 20: $\varrho = \dfrac{0{\cdot}890}{1 + 0{\cdot}781 \cos w}$

Periheldistanz: $q = 0{\cdot}500$

Länge des Perih.: $L = 156^0$

Es geht hieraus hervor, dass die beiden Bahnen im Perihel ungefähr um $^1/_4$ Erdbahnradius von einander abstehen und nach demselben noch weiter. Beide Bahnen schneiden sich zunächst ungefähr bei $\varrho = 2{\cdot}15$ in 18^0 helioc. Länge, also über der Marsbahn hinaus. Die Apheldistanzen sind 4·3, beziehungsweise 4·0, also innerhalb der Jupiterbahn. Man muss nun noch überlegen, wie weit diese beispielsweisen Resultate von der ganz beiläufig zu Grunde gelegten Annahme über die Geschwindigkeit (beziehungsweise der Halbaxe a) abhängig sind. Da wir von elliptischen Bahnen sprachen, welche die Erdbahn schneiden, so muss v zwischen den Grenzen 1 u. $\sqrt{2}$ oder rund zwischen 4 und 5·6 g. M. liegen und es ist leicht einzusehen, dass die Erscheinung qualitativ dieselbe bleiben wird. In keinem Falle kann hier eine An-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

näherung beider Bahnen für einen Radiusvector kleiner als Eins stattfinden. Der eine, sonnennähere Schnitt derselben erfolgt für Ellipsen, welche sich der parabolischen Grenze nähern ein wenig weiter von der Sonne entfernt, für die Ellipsen mit noch kleinerer Axe, etwas näher. Einer Reihe von Fällen, wie jener im October und November, entspricht aber eine analoge Zahl von Ellipsen, welche die verschiedensten Schnittpunkte haben.

Es kann ferner noch erwähnt werden, dass vorliegendes Beispiel typisch ist für eine Anzahl anderer Fälle. Ganz ähnlich verhält es sich mit den vorhin angeführten Radiantengruppen im September und October, dann im Juni u. s. w.

In letzterer Zeit hat Herr Th. Bredichin*) das Auftreten ähnlicher complicirter Meteorsysteme und die Erscheinung fast stabiler Radiationspunkte unter Festhaltung elliptischer Bahnen dadurch zu erklären versucht, dass er die Meteore aus den „anomalen" (gegen die Sonne gekehrten) Kometenschweifen ableitet. Ich will mich in eine Besprechung der dynamischen Grundsätze dieser Hypothese hier nicht einlassen. Die dabei massgebende Anschauung kann durch folgende Worte des genannten Autors angedeutet werden: „Die anomalen Schweife, welche in den 8 bisher nachgewiesenen Fällen meistens schwer oder kaum sichtbar sind, müssen nach meinen Untersuchungen aus solchen Körperchen bestehen, welche zu gross und schwer sind, um in den normalen (von der Sonne abgewendeten) Schweifen fortgerissen zu werden; sie folgen der gewöhnlichen Massenanziehung und haben nur einen Antrieb (impulsion) oder Stoss (choc) gegen die Sonne durch die Ausströmungen erhalten, welche die normalen Schweife bilden, erzeugt durch die mehr oder weniger grosse Repulsionskraft. Bei mehreren Kometen können aber diese Erscheinungen eintreten, ohne dass anomale Schweife von solcher Dichtigkeit und Helligkeit gebildet werden, um sie wahrnehmen zu können. Die Sichtbarkeit ist hier nur ein zufälliger Umstand, der von der Stärke der Eruptionen abhängt, und man muss annehmen, dass Ausströmungen solcher Art viel gewöhnlicher als man sie beobachtete sind und unter gewissen Bedingungen bei einer grossen Zahl von Kometen in der Nähe der Sonne stattgefunden haben. Es können (sagt Herr Bredichin) daher im Allgemeinen nicht allein die anomalen Schweife, sondern überhaupt die Ausschleuderungen von Körperchen gegen die Sonne hin, als die Quellen der Sternschnuppen angesehen werden."

*) Sur l'origine des étoiles filantes, im Bulletin de la soc. imp. des nat. in Moskau 1888.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Herr Bredichin schlägt das Mass für die Momentankraft, welche diese Ausströmungen hervorruft, nicht gering an, indem er die Geschwindigkeit durchschnittlich zu fast 3 km annimmt, seinen Rechnungen jedoch sogar den doppelten Betrag, also nicht viel weniger als 1 g. Meile zu Grunde legt. Es ist dann leicht zu erklären, dass ein Komet, welcher nahezu parabolische Bahn verfolgt, indem er einzelnen Körperchen einen derartigen Impuls gegen die Sonne hin ertheilt, in dem einen Theile seines Laufes zur Bildung besonderer hyperbolischer, im andern Theile auch zur Entwicklung elliptischer Ströme Veranlassung geben kann. Da wir hier, der Hypothese gemäss, nur den letzteren Fall im Auge zu behalten haben, so ist es wesentlich, hervorzuheben, dass, im Sinne dieser Anschauung, elliptische Ströme von solchen Kometen, welche sich in nahezu parabolischen Bahnen bewegen nur in einem bestimmten Theil des Laufes nach dem Durchgange durch das Perihel erzeugt werden könnten. Dasselbe gilt, wenn man aus elliptischen Bahnen mit grosser Umlaufszeit solche mit kleiner ableiten wollte, da es sich hiebei immer um Verminderung der heliocentrischen Geschwindigkeit handelt. Innerhalb dieser begrenzten Strecke, jedenfalls aber nicht vor dem Periheldurchgange des Kometen erhält man dann für jeden Bahnpunkt, welchen der Komet passirt hat — insoferne derartige Ausströmungen stattgefunden haben — eine ganze Reihe elliptischer Ströme, welche sich eben in diesem Punkte kreuzen, in der Nachbarschaft der primären Bahn gelagert sind und in ihrem Verlaufe die Erdbahn in erheblicher Ausdehnung treffen können.

Diese gedrängte Darstellung der Hypothese des Herrn Bredichin genügt, um sicherzustellen, dass sie auf das angeführte Beispiel der Novembermeteore und auf alle analogen Fälle gar keine Anwendung finden könne, weil die Kreuzung der Bahnen, wie vorhin gezeigt wurde, weit vor der Perihelpassage und überdies noch für sehr grosse Werthe von ϱ stattfindet, wo an eine erhebliche Entwicklung von Ausströmungen unter dem Einflusse der Sonne kaum zu denken ist. Entwickeln sich jedoch solche gegen die Sonne hin dennoch, so können die ursprünglich mit nahezu parabolischer Geschwindigkeit begabten Theile nach ihrer Absonderung dann nur hyperbolische Bahnen verfolgen, wodurch die Bildung geschlossener Bahnen nicht zu erklären wäre. Da bei der Berechnung des Beispieles ohnehin schon eine so geringe Geschwindigkeit gewählt wurde, dass die Halbaxe der Ellipsen nur etwas grösser als 2 ist, so kann man auch füglich nicht annehmen, dass der betreffende erzeugende Komet eine noch wesentlich kleinere Geschwindigkeit hatte, so zwar, dass trotz des Geschwindigkeitszuwachses, welcher

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

in diesem Falle durch die Ausströmung entstünde, die Bahnen noch immer Ellipsen blieben. Wählt man jedoch für die Meteore grössere Geschwindigkeiten, so schneiden sich die Bahnen in noch viel grösserer Entfernung vor der Perihelpassage.

Herr Bredichin verwirft die Anschauung von der Abstammung der Sternschnuppen aus den gewöhnlichen, von der Sonne abgewendeten Kometenschweifen, allein in den Fällen von welchen hier die Rede ist, könnte sie noch immer eher gelten, als die des Herrn Bredichin. Gleichwohl würde auch diese Annahme die Gesammtheit der Erscheinung nicht zu erklären vermögen, ganz abgesehen von dem Bedenken, dass grosse, die innere Zusammensetzung der Kometen umstaltende Einflüsse — ausser speciellen Störungen — sich erfahrungsgemäss mehr in der Nähe der Sonne oder doch bald nach dem Periheldurchgange äussern, nicht aber wenn diese Körper, aus dem Aphel kommend, sich noch in ansehnlicher Entfernung von der Sonne befinden.

Ist nun auf diese Weise der Weg zur Erklärung solcher complicirter elliptischer Meteorsysteme, wie sie hier gedacht werden müssten, nicht zu finden, so gelangt man nun wieder auf das gerne angezogene Gebiet der Störungen durch die grossen Planeten. Ich habe früher auf den Kometen Temple 1 hingewiesen, dessen Aphel der Jupiterbahn nahe kommt und der deshalb so grosse Störungen erleidet, dass u. A. seine Periheldistanz schon um den halben Erdbahnradius geändert wurde. Die Einflüsse auf einen analogen Meteorstrom müssten sehr bedeutende sein. Es wäre sehr leicht in unserem Beispiele, nämlich die erwähnten November-Meteore betreffend, sowie in ähnlichen Fällen — allerdings nur für ein nicht allzulanges Knoten-Intervall — die Geschwindigkeit so zu wählen, dass die Kreuzung der Bahnen in der Nähe der Jupitersbahn (oder des Saturns etc.) stattfände. Bei der geringen Neigung dieser Bahn gegen die Erdbahn wären alle ungefähr in dieser Ebene liegenden über die Bahnen der grossen Planeten hinausreichenden geschlossenen Ströme bedeutenden Umwälzungen ausgesetzt, besonders wenn die Meteoriten sich bereits auf einen grossen Theil oder auf der ganzen Bahn vertheilt haben. Allein solche Betrachtungen können sich in der Gesammtheit doch nur auf die in der Nähe der Ekliptik befindlichen Radianten beziehen. Für diejenigen, welche etwas weiter davon entfernt sind, müssten überall soviele besondere Annahmen gemacht werden, dass die Wahrscheinlichkeit des Eintreffens äusserst gering wird. Hiemit erleidet jedoch auch die Allgemeinheit einer derartigen Erklärung nicht geringe Einbusse. Wir wollen daher den Versuch die Stabilität der Radianten, oder vielmehr die Quantität und Qualität ihrer Verschiebung

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

durch eine verwickelte Anordnung elliptischer Bahnen zu erklären, Andern überlassen.

Viel einfacher gestalten sich die Verhältnisse, wenn man ungefähr jene Geschwindigkeiten zu Grunde legt, welche uns in der Regel die Beobachtungen, wenigstens als untere Grenze, erkennen lassen und wenn man dann auf die Annahme elliptischer Bahnen verzichtend, diejenigen Körper, um welche es sich in den einzelnen Fällen handelt — aber auch nur eben jene, ohne vorschnell zu generalisiren — als Boten der fernen Fixsternwelt betrachtet. Ich kann mich hier auf eine Zusammenfassung dessen beschränken, was ich bei anderen Anlässen wiederholt nachgewiesen habe.

Da wir für die Geschwindigkeit der in unserm Beispiele benützten November-Meteore durchschnittlich etwa 60 km gefunden haben, wollen wir in runder Zahl diese: $v = 2$ (also nur ein wenig kleiner), entsprechend Hyperbeln von der Halbaxe 0·5 nehmen. Die beiden für den 5. November und 20. November berechneten Hyperbeln, welche, wie früher die Ellipsen, in der Ekliptik liegend angenommen wurden, haben nun folgende merkwürdige Eigenschaft. Derjenige Hyperbelast, welchen das Meteor vor dem Zusammentreffen mit der Erde beschrieben, in den Weltraum hinaus verlängert — also für sehr ansehnliche Werthe von ϱ, man kann dafür die Asymptote nehmen — bezeichnet die heliocentrische Bewegungsrichtung beim Eintritte in das Sonnensystem. Hiefür erhalten wir bei der Hyperbel vom 5. November helioc. Länge: $28{\cdot}0^0$ und bei jener am 20. November dieselbe: $27{\cdot}6^0$; die Breiten sind 0. Die Uebereinstimmung geht völlig über die Beobachtungssicherheit, ja sie würde sogar noch grösser sein, wenn wir für v einen nur wenig grössern, den Beobachtungen noch mehr entsprechenden Werth gewählt hätten. Doch auf letzteres ist kein Gewicht zu legen. Die beiden (den reducirten Normalorten entsprechenden, also supponirten) Meteore wären daher in zu einander parallelen Bahnen mit gleicher Geschwindigkeit (etwa 45 km) mit einer relativen, d. h. heliocentrischen Bewegungsrichtung in das Sonnensystem eingetreten, welche durch die aus 28^0 Länge in der Ekliptik gegen die Sonne gelegte Gerade bestimmt ist. Der lineare Abstand der beiden Bahnen für grosse Werthe des Radiusvectors lässt sich aus dem Abstande der beiden Knoten leicht ausmitteln. Die absolute Bewegungsrichtung und Geschwindigkeit im Weltraume könnte nur mit Berücksichtigung der translatorischen Bewegung des Sonnensystems abgeleitet werden.

Da die Gesammtverschiebung des Radianten im Verlaufe von 15 Tagen nur etwa 3^0 beträgt, könnten die für die einzelnen Feuer-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

kugeln berechneten Radiationspunkte das Gesetz der Fortrückung in diesem Falle nur dann darstellen, wenn die Bestimmung eine (auf einige Zehntel eines Grades) so genaue wäre, wie sie aus Beobachtungen dieser Art leider nicht zu erlangen ist.

Beziehen sich die Beobachtungen auf einen grössern Theil der Ekliptik oder treffen sie eine solche Phase, bei welcher die Ortsveränderungen der Radianten eine ausgiebigere ist, so lassen auch minder genaue Bestimmungen das Gesetz erkennen, wobei dann freilich Differenzen von einigen Graden im voraus zu erwarten sind. Einen solchen Fall, welcher das Auftreten des Radiationspunktes unweit Antares im Scorpion im Juni und Juli (vielleicht schon im Mai und sehr wahrscheinlich noch im August) betrifft, habe ich in den Astr. Nachr. Nr. 2566 ausführlich erörtert. Seither habe ich gezeigt, dass auch eine am 23. October 1887 beobachtete detonirende Feuerkugel aus derselben Gegend des Weltraumes gekommen ist.*) Es möge gestattet sein, noch einige ähnliche Fälle anzuführen.

Eine am 23. October 1889 vielfach beobachtete Feuerkugel**) kam aus dem scheinbaren Radianten $\alpha = 311{\cdot}4^0$, $\delta = -11{\cdot}3^0$. Die aus sehr zahlreichen Beobachtungen ausgemittelte Geschwindigkeit ergab sich rund 52 km, also weit über der parabolischen. Am 4. December 1885 wurde von Mähren bis Steiermark ein grosses Meteor beobachtet. Dessen scheinbarer Radiant ergab sich in $\alpha = 301{\cdot}4^0$, $\delta = -12{\cdot}8^0$ und die heliocentrische Geschwindigkeit rund 53 km.***) Werden die beiden Ausgangspunkte im Weltraume für eine identische Geschwindigkeit, z. B. für $v = 2$, welche ein wenig grösser als die beobachtete ist, berechnet, so ergibt sich der betreffende Ort für das erste Meteor in $287{\cdot}3^0$ Länge und $2{\cdot}3^0$ nördl. Br., für das zweite in $289{\cdot}1^0$ Länge und $1{\cdot}9^0$ nördl. Br. Die oben angedeutete Verschiebung des Radianten um ungefähr 10^0 in 6 Wochen würde also mit der Voraussetzung gemeinsamer Ankunft sehr wohl übereinstimmen.

Ein anderes Beispiel betrifft die beiden Feuerkugeln am 13. März 1883 (Radiant: $\alpha = 149^0$, $\delta = -9^0$, vielleicht ein wenig zu südlich) und am 17. März 1877 (Rad.: $\alpha = 145^0$, $\delta = -4^0$) und jene mit ziemlich weit entfernter Epoche, am 11. Jänner 1866 (Rad.: $\alpha = 150^0$, $\delta = -4^0$). Eine gute Geschwindigkeitsbestimmung für den Fall am 13. März lieferte $v = 2{\cdot}5$ (helioc.) oder 74 km. Mit dieser Annahme würde sich ergeben, dass die Meteoriten aus einem Punkt des Welt-

*) Kais. Akad. Sitzber. 97. Bd. Juni 1888.

**) Kais. Akad. Sitzb. 99, Bd. II. Febr. 1890.

***) Verhandl. des naturf. Vereines. 26. Bd.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

raumes in 129° Länge und 19·5° südl. Breite kamen. Ein anderer genau in derselben Bewegungsrichtung und mit gleicher Geschwindigkeit (Halbaxe) jedoch in solchem linearen Abstande in das Sonnensystem eintretender Körper, dass sein Zusammentreffen mit der Erde am 11. Jänner stattfinden könnte, würde aus einem (berechneten) scheinbaren Radianten $\alpha = 144^0$ $\delta = -2^0$ auf diese stürzen. Der Vergleich mit der obigen Beobachtung gibt einen Unterschied von etwa 6°, welcher auf beide Erscheinungen vertheilt, sich als nicht sehr erheblich darstellt. Ich habe gelegentlich (an demselben Orte S. 137) eine Abschätzung des dem Meteoritenfalle bei Erxleben am 15. April 1812 entsprechenden Radianten versucht und dabei für denselben (aber doch mit einer Unsicherheit von etwa 10°) den Ort $\alpha = 139^0$ $\delta = -12^0$ gefunden. Wird angenommen, dass auch diese Meteoriten aus derselben Gegend des Weltenraumes mit gleicher Geschwindigkeit kamen, wie die vorhin erwähnten Jänner- und März-Meteore, so würden sie beim Zusammentreffen mit der Erde am 15. April aus dem scheinbaren Radianten in $\alpha = 142^0$ $\delta = -14^0$ gekommen sein.

Für eine am 17. Juni 1885 mehrfach beobachtete grosse Feuerkugel*) wurde der Radiationspunkt in $\alpha = 111^0$ $\delta = +41^0$ und die Geschwindigkeit $v = 2{\cdot}2$ (helioc.) gefunden. Mit diesen Daten ergab sich, dass sie aus 99° Länge und 4° nördl. Breite in das Sonnensystem eingetreten sei. Diese Hyperbel kommt vor dem Perihel der Erdbahn ziemlich nahe an der Stelle, wo sich die Erde im Jänner befindet. Weil für den 12. und 19. Jänner (siehe vorne) zwei Erscheinungen sicher nachgewiesen wurden, versuchte ich, welche Radiationspunkte aus diesem Systeme mit der gleichen Geschwindigkeit sich für die obigen Epochen darstellen. Die Rechnung ergab für den 12. Jänner $\alpha = 132^0$ $\delta = +21^0$ und für den 19. Jänner $\alpha = 133^0$ $\delta = +21{\cdot}5^0$, welche mit den Beobachtungsresultaten sehr gut übereinstimmen.

In einer Abhandlung über das grosse Meteor vom 21. April 1887**) habe ich auf einige sehr weit gehende Uebereinstimmungen aufmerksam gemacht. Ich führe die Resultate hier in Kürze an, weil sie zeigen, wie sehr verschiedene Radianten in verschiedenen Jahresepochen aus einem und demselben hyperbolischen Meteorsystem entstehen. Es is hier dem Datum des betreffenden Falles des Meteores der aus den Beobachtungen ermittelte Radiationspunkt und daneben der mit der Geschwindigkeitshypothese berechnete Ausgangspunkt im Weltraume beigesetzt.

---

*) Bahnbst. d. Met. v. 17. Juni 1885. Sitzb. d. k. Ak. 93. Bd. Febr. 1886.
**) Sitzungsber., 96. Bd. II. Octbr.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Meteor	Scheinbarer Radiant		Ausgangspunkt im Weltraume	
	Lge.	Br.	Lge.	Br.
am 11. April 1871	217·0°	+ 4·1°	186·3°	+ 4·9°
„ 21. „ 1877	216·0	+ 0 5	181·8	+ 0·6
„ 12. Mai 1878	214·1	+ 6·3	177 2	+ 5·2
„ 5. September 1872 . . .	192·0	+ 17·0	182·9	+ 4·7
„ 26. „ 1865 . . .	140·5	+ 38·5	181·9	+ 5·2
„ 27. „ 1870 . . .	136·1	+ 33·2	183·2	+ 2·7

Die mittlere Position des Ausgangspunktes ist ungefähr 182° Länge und 4° Breite. Berechnet man mit diesem das Fortschreiten des Radianten noch weiter, so findet man ihn Mitte Octobers wieder nahe der Ekliptik im „Krebs“ in 139° Rectasc. und 22·5° Decl, in der Gegend, welche von Greg für die „Cancrids“ des Octobers bezeichnet ist. Da — wie ich oben gezeigt habe — im Jänner nicht weit davon dieser Radiationspunkt durch ein anderes Meteorsystem erzeugt wird, welches denselben auch fast stationär bis in den Februar, aber auch noch im December liefert (der Rechnung gemäss noch am 1. December: $\alpha = 130{\cdot}6^0$ $\delta = +20{\cdot}5^0$), so würde das so oft hervorgehobene ununterbrochene Auftreten der Radianten im Krebs in der beiläufigen Gegend von $\alpha = 135^0$ $\delta = 22^0$ vom October bis Februar, also durch fast 5 Monate erklärt sein, wenn die Lücke im November ausgefüllt wäre.

Der Meteorit von Krähenberg am 5. Mai 1869 kam aus dem Radianten $\alpha = 190^0$ $\delta = +8^0$ (a. a. O. S. 943). Für die heliocentrische Geschwindigkeit $v = 2$ entspricht diesem Radianten der kosmische Ausgangspunkt in 152° Länge und 8° nördl. Breite. Meteore dieses Stromes würden bei ihrem Zusammentreffen mit der Erde vor dem Periheldurchgange im November den scheinbaren Radianten im Krebs liefern. Man erhält nämlich mit der obigen Geschwindigkeit z. B. für den 1. November $\alpha = 134^0$ $\delta = +22^0$. Derselbe rückt im Verlaufe des Monats in Rectascension ein wenig vor, bei abnehmender Declination. Wenn man also die durch einzelne Fälle, sobald man nur die beobachtete Geschwindigkeit annähernd gelten lässt, wirklich nachgewiesenen Ausgangspunkte: *a*) in 100° Länge und + 3° Breite, *b*) in 152° Lge. und 8° Br., *c*) in 180·5° Lge. und 3·5° Br. für Hyperbeln von ungefähr $a = 0{\cdot}5$ Halbaxe annimmt und den betreffenden Strömen einen hinlänglichen Querschnitt zuschreibt, so ist dadurch die Erscheinung der sogenannten stabilen Radiation für einen grossen Theil des Jahres erklärt, denn die absolute Unveränderlichkeit des Radianten durch so lange Zeit ist eigentlich nie behauptet, viel weniger je bewiesen worden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Dadurch, dass die Radiationsfelder einiger Ströme gewissermassen ineinander greifen, kann zu Zeiten die Erscheinung einer diffusen Radiation entstehen.

Von den bei Orgueil in Frankreich am 14. Mai 1864 niedergefallenen Meteoriten lässt sich ebenfalls zeigen, dass sie aus derselben Gegend des Weltraumes kommen wie mehrere andere grosse detonirende Meteore. Bei Gelegenheit der Untersuchung dieses Falles,*) welche auf eine heliocentrische Geschwindigkeit von mindestens 52 km, also ebenfalls auf eine streng hyperbolische Bahn führte, habe ich schon darauf aufmerksam gemacht, dass, wenn man mit dieser oder auch einer grössern Geschwindigkeit den entsprechenden Ausgangspunkt der Bahn rechnet, sich eine sehr nahe Uebereinstimmung mit den bei gleicher Geschwindigkeitsannahme berechneten Ausgangspunkten mehrerer Feuerkugeln des November und December — welchen übrigens auch bekannte Sternschnuppenradianten in den Zwillingen entsprechen — zeigt. Spätere Untersuchungen haben hierzu noch zwei Fälle von Boliden im Juni einerseits und einen sehr genau festgestellten im Jänner andererseits geliefert. Ausführlicheres hierüber findet man in den Sitzungsber. der k. Akad. 93. Bd. II. S. 210 und 99. Bd. II. S. 1095. Ich gebe hier eine Zusammenstellung der betreffenden scheinbaren Radianten und der hieraus mit der Geschwindigkeit $v = 2{\cdot}5$ (rund 74 km) berechneten Ausgangsorte:

		Scheinb. Radiant		Kosm. Ausgangsp.	
		α	δ	Länge	Breite
Meteor am	27. November 1862 .	100^0	$+28^0$	$84{\cdot}3^0$	$+5{\cdot}3^0$
	24. December 1873 .	109	+26	83·5	+3 7
	17. Jänner 1890 . .	113·6	+21·7	85·5	−0·2
(Orgueil)	14. Mai 1864 . . .	86·5	+24·0	83·9	+0·6
	9. Juni 1883 . . .	90	+28**)	79·6	±0·2
	11. Juni 1867 . . .	86	+44	82·0	+0·6

Die Berichte über den Meteoritenfall von Pillistfer (Grewingk u. Schmidt etc.) am 8. August 1863 lassen eine angenäherte Bestimmung des Radiationspunktes zu. Im 27. Bde. dieser Verhandlungen habe ich dieselbe versucht, wobei sich dessen Position in $\alpha = 167^0$ $\delta = +14{\cdot}5^0$ ergab.

Die Vergleichung mit dem schon vorhin erwähnten Meteoritenfall bei Krähenberg am 5. Mai 1869 lässt für alle Geschwindigkeitshypothesen von $v = \sqrt{2}$ bis $v = 2{\cdot}5$, eine immerhin bemerkenswerthe Annäherung der Ausgangsorte erkennen; es ergibt sich nämlich:

*) Verh. des naturf. Vereines. 18. Bd.

**) Eine nicht sehr genaue Bestimmung aus wenigen Beobachtungen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

	Kosmischer Ausgangspunkt der Meteoriten von Pillistfer		Krähenberg	
	Länge	Breite	Länge	Breite
$v = \sqrt{2}$	84·0°	− 3·5°	80·4°	+ 2·7°
$v = 2$	152·0	+ 2·0	151·5	+ 7·5
$v = 2·5$	159·5	+ 3·5	161·5	+ 8·5

Die Abstände der beiden Orte für die drei Hypothesen sind der Reihe nach 7·2°, 5·5° und 5·4°.

Im Eingange dieses Abschnittes wurde an zahlreichen Beispielen gezeigt, wie unzuverlässig die Schlussfolgerungen sind, welche einzig aus der Fallzeit (Epoche und Knotenlänge) auf die Bahnen der Meteoriten und auf „Meteoritensysteme“ gezogen wurden. Berücksichtigt man etwas mehr als diesen — ich möchte sagen — äusserlichsten Theil des Beobachtungsmateriales, berücksichtigt man auch alle Erfahrungen über die Radiationspunkte und die Geschwindigkeit, so gelangt man ebenfalls dazu, Meteorsysteme für wahrscheinlich zu erachten. Diese scheinen sich jedoch in den betrachteten Fällen nicht eigentlich als planetarische, sondern als stellare zu erweisen. Man muss es einstweilen vorsichtig der Zukunft anheim geben, jene Lücken auszufüllen, welche uns gegenwärtig sichere weittragende Schlüsse nicht gestatten.

III.

Es ist gewiss sehr auffallend, dass, wie im ersten Abschnitte gezeigt wurde, Meteoritenbahnen mit kleinen Periheldistanzen uns so äusserst selten vorkommen. Nach der Uebersicht, welche ich vorne gegeben habe, fanden sich Periheldistanzen kleiner als 0·5, für die Voraussetzung der Ellipse nur 1, für die Parabel 4 und für die Hyperbel 5 unter 36, während man, wenn alle Periheldistanzen als gleich wahrscheinlich gelten, davon 18 vorfinden müsste.

Für die Kometen scheint die Annahme, dass — innerhalb unserer Wahrnehmungsgrenzen — die verschiedenen Periheldistanzen gleich wahrscheinlich sind, zulässig. Wenigstens in Bezug auf die Kometen mit grossen Umlaufszeiten (mehr als 100 Jahre), d. i. die bei weitem grössere Zahl, kommt Schiaparelli bei Untersuchung dieser Frage (in der 3. Note des „Entwurfes einer astron. Theorie der Sternschnuppen“) nach Berücksichtigung aller Nebenumstände zu dem Resultate, dass für die Dichtigkeit der Perihele auf der Kugeloberfläche vom Radius q

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

(wenn dies die Periheldistanz bezeichnet) $f(q) = {}^1/q^2$ mit den Beobachtungen als ungefähr übereinstimmend betrachtet werden kann.

Wenn man annimmt, dass im Planetensystem in irgend einer (z. B. in grosser) Entfernung von der Sonne alle möglichen Bahnrichtungen für Meteoriten gleich wahrscheinlich sind, so kommt man auf dasselbe Gesetz, und, unter Voraussetzung parabolischer oder hyperbolischer Bahnen, zu dem nothwendigen Schlusse, dass auch um die Erde am scheinbaren Himmelsgewölbe die wahren Orte der Radiationspunkte gleichmässig vertheilt sein müssen, so dass die Zahl der auf jedem Flächenstücke desselben anzunehmenden Radianten der Grösse dieser Fläche proportional wäre, wie dies vom Herrn Dr. Lehmann Filhés in Nr. 2327 der „Astronomischen Nachrichten" nachgewiesen wurde. Später, in Nr. 2405, ist von Demselben auch gezeigt worden, dass, wenn unter den derart angenommenen Bahnen auch alle möglichen Geschwindigkeiten — daher auch elliptische Bahnen — gleichmässig vertreten sind, eine Verdichtung der Radianten in der Richtung der Conjunction und Opposition mit der Sonne eintreten müsste, so dass die Zahl der kleinen Periheldistanzen noch relativ grösser würde.

Bei unseren Meteoritenbahnen finden wir dagegen, wie oben bemerkt, ganz andere Umstände. Allerdings muss noch in Betracht gezogen werden, dass für den Fall der Meteoriten auf die Erde andere Bedingungen gelten als für die Sichtbarkeit der Kometen. Wenn α den Winkel des Bahnelements der (heliocentrischen) Meteorbahn mit dem Radiusvector in der Entfernung 1 von der Sonne bezeichnet, so ist die Anzahl der auf einer Kugelzone zwischen den Bogen α_1 und α_2 liegenden wahren Radianten, gleiche Dichtigkeit vorausgesetzt, proportional: $(\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2)$.

Diesem gleich muss offenbar die Anzahl der Perihele zwischen den Grenzen q_1 und q_2 sein, welche den Winkeln α_1 und α_2 entsprechen. Da nun z. B. für die Parabel $q = \sin^2 \alpha$ ist, so wird die Anzahl der für das Zusammentreffen mit der Erde in Betracht kommenden Perihele zwischen den Grenzen q_1 und q_2 proportional: $(\sqrt{1-q_1} - \sqrt{1-q_2})$, woraus folgt, dass Meteore mit kleinen Periheldistanzen weniger zahlreich beobachtet werden können als solche mit grossen, abgesehen von anderen Nebenumständen, welche die Sachlage möglicherweise noch weiter ändern würden.

Inwieferne nun dieses Ergebniss mit unsern Beobachtungen übereinstimmt, mag folgende Uebersicht zeigen:

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Periheldistanz q	Berechnet: Relative Anzahl der Perihele	Berechnet: Unter 36 entfallen:	Beobachtet für die Bahn als Parabel
0·0—0·1	0·051	2	—
0·1—0·2	0·054	2	1
0·2—0·3	0·057	2	—
0·3—0·4	0·062	2	—
0·4—0·5	0 068	2	3
0·5—0·6	0·075	3	—
0·6—0·7	0·084	3	2
0·7—0·8	0·100	4	2
0·8—0·9	0·132	5	8
0·9—1·0	0·317	11	20

Für die Ellipsen und Hyperbeln gestalten sich die Verhältnisse ganz ähnlich. Obwohl das Vergleichsmaterial klein ist, kann man doch sehen, dass die grossen Periheldistanzen von $q = 0·8$ bis $q = 1·0$ auffallend überwiegen. Die Zahl der Perihele zwischen 0 und 0·5 sollte sich zu jener zwischen 0·5 und 1·0 verhalten wie 5 : 8, während bei den beobachteten Bahnen das Verhältniss 1 : 8 herrscht.

Herr Professor Newton hat, in seiner schon erwähnten Abhandlung, auch bereits auf diesen Umstand aufmerksam gemacht, indem er in der dritten seiner „propositions“ sagt: Die Periheldistanzen fast aller Meteoritenbahnen sind nicht kleiner als 0·5. Ueber die mögliche Ursache dieser Erscheinung, welche ich nicht für reell halte, sondern in Nebenumständen begründet finde, werde ich noch sprechen. Bezüglich der Hypothese des Herrn Professors Reusch kann jedoch bei dieser Gelegenheit erinnert werden, dass, abgesehen von dem thatsächlichen Stande unserer Erfahrung, nach der vorangegangenen Betrachtung, auch im Falle gleichmässiger Vertheilung der Meteorbahnen das Zusammentreffen von Meteoriten, welche aus der Nähe der Sonne kommen, mit der Erde nur geringe Wahrscheinlichkeit für sich hat, beispielsweise nur $^1/_{20}$ oder 5 Procent für die Periheldistanzen unter 0·1.

Aehnliche Anomalien wie hinsichtlich der Periheldistanzen zeigen die Bahnen der Meteoriten hinsichtlich ihrer Neigung gegen die Erdbahn, was Herr Prof. Newton ebenfalls ganz besonders hervorgehoben hat. Mein Material zeigt dieselben Eigenthümlichkeiten, wie aus folgender Uebersicht hervorgeht:

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

	Neigung der Bahnen gegen die Ekliptik:		
	Hyperbel	Parabel	Ellipse
Hraschina	0·0°	0·0°	0·0°
Orgueil	0·0	0·0	0·0
Rochester	0·6	0·3	0·2
Barbotan	1·7	1·0	0·6
Mező-Madarasz	2·5	1·5	1·0
Blansko	2·7	1·6	1·1
Villanova	3·7	2·2	1·5
Hessle	3·7	2·2	1·5
Ståldalen	4·7	2·8	1·8
Lancé	4 9	2·9	1·9
Wessely	4·9	3·2	0 8
Pultusk	6·2	3·7	2·3
Little Pinei	6·4	3·8	2·4
Pillistfer	6·5	3·9	2·6
Ceresetto	7·8	5·0	3·1
Toulouse	8 2	4·6	3·3
Krähenberg	9·4	5·7	3·6
Czaczak	9·6	5·8	3·7
Slavetic	9·8	5·8	3·7
Erxleben	10·5	6·3	4·0
Quenggouk	14·7	8·8	5·7
Gütersloh	23·6	14·5	11·1
Bhawalpur	26·0	16·3	10·8
Knyahynia	26·1	16·1	11·3
Jova City	30·7	19·4	13·6
New Concord	31·0	19·6	16·7
Weston	34·1	20·0	13·2
Marengo	37·8	24·9	17·2
Braunau	38·1	25·3	17·2
Tysnes	74·7	59·4	50·1
Mócs	83 5	70·4	61·4
Agen	86·8	78·0	69·4
L'Aigle	118·1	109·3	104·1
Orvinio	120·1	112·0	105·7
Tieschitz	124·6	105·5	94·6
Stannern	176·7	176·1	175·8

Am auffallendsten wird dies bei der Hypothese der Ellipse; aber auch für die Hyperbel stehen — wenn die rückläufigen Bahnen mit-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

gezählt werden — 25 Bahnen mit der Neigung unter 30° andern 11 gegenüber, wo dieselbe grösser ist. Für die Parabel und Ellipse ist dieses Verhältniss noch entschiedener. Allerdings muss zugegeben werden, dass bei Annahme hyperbolischer Bahnen mit kleinern Halbaxen als 0·5 die grössern Neigungen etwas zahlreicher würden, allein unter Voraussetzung gleicher Wahrscheinlichkeit aller Meteorbahnen sollten die grossen Neigungen zahlreicher sein als die kleinen und davon ist unser Beobachtungsresultat ebenso weit entfernt als das des Herrn Professors Newton, welcher aus seinem Material fand, dass die Meteorbahnen mit Neigungen unter 35° mehr als zwei Drittel aller betragen.

Noch bezeichnender ist jedoch die grosse Seltenheit rückläufiger Bahnen (*i* grösser als 90°), deren wir nur 4 unter 36, also 11 Procent fanden, nämlich die letzten vier angeführten. Dieser Umstand beweist deutlich, dass entweder nicht alle Meteorbahnen an sich gleich wahrscheinlich, sondern sehr viele durch eine besondere, systematisch wirkende Potenz erzeugt sind, oder dass irgend ein anderer Einfluss die Realität der Erscheinung für unsere Beobachtungen verdeckt. Und dies ist meines Erachtens der Schlüssel zur Entscheidung der ganzen Frage.

Herr Prof. Newton stellt folgende Alternativen auf:

1. dass entweder fast alle Meteoriten im Sonnensystem sich wirklich in rechtläufigen Bahnen bewegen, sehr wenige in rückläufigen;

2. dass die Meteoriten ebensowohl rückläufige als rechtläufige Bahnen verfolgen, dass jedoch die rückläufigen Meteoriten aus irgend einem Grunde, z. B. wegen ihrer grossen relativen (geocentrischen) Geschwindigkeit nicht im Stande sind, die Atmosphäre zu durchlaufen und in fester Form den Erdboden zu erreichen, oder

3. dass die rückläufigen Meteoriten, welche thatsächlich fallen, sich aus irgend einem Grunde (z. B. wegen der Tageszeit oder dgl.) der Beobachtung entziehen.

Der ausgezeichnete amerikanische Astronom beantwortet sodann die 3. Annahme nach sorgfältiger Erwägung mit „nein“, die 2. ebenso und bleibt bei der ersten stehen. Er ist demnach anzunehmen geneigt, dass die Meteoriten eine eigene Classe der Körper unseres Sonnensystems bilden, welche überwiegend rechtläufige Bahnen mit geringen Neigungen und grösseren Periheldistanzen verfolgen, ungefähr wie die Kometen kürzerer Umlaufszeit, von welchen schon vorhin die Rede war. Dass die Meteoriten von diesen Kometen abstammen, ist in der Schlussfolgerung nicht direct gesagt, aber da Herr Prof. Newton sowohl in dieser als in früheren Abhandlungen die Abkunft der Meteoriten von den Kometen wie eine Sache betrachtet, über welche gewissermassen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

die Acten geschlossen sind, so ist über seine Meinung kaum ein Zweifel gestattet.

Hinsichtlich der dritten Annahme komme ich zu ähnlichem Resultate wie Herr Prof. Newton; wenigstens insoferne, dass aus der Beobachtungszeit allein diese Anomalien nicht zu erklären wären. Hinsichtlich der zweiten erscheint mir seine Conclusion nicht zwingend, und daher auch die erste Annahme — wenigstens in solcher Allgemeinheit — nicht erwiesen.

In der That haben mich bisher alle Nachforschungen auf dem Gebiete der Meteorastronomie immer zu dem Ergebnisse geführt, dass die Grösse der geocentrischen Geschwindigkeit einen namhaften Factor bei Beurtheilung dieser Frage darstelle. Ich will versuchen dies nunmehr näher zu erörtern.

Herr Professor Newton widmet der Beurtheilung der zweiten Annahme nur wenige Worte, indem er bemerkt, dass die Meteoriten von Stannern (welche auch nach meiner Untersuchung, ganz in Uebereinstimmung mit jener Newton's, und im Widerspruch mit der bisherigen Meinung) fast die grösstmöglichste relative Geschwindigkeit hatten, doch in fester Form zur Erde gelangt sind. Es ist dabei jedoch nicht in Betracht gezogen worden, dass es sich bei dem Falle von Stannern, soweit die Masse der gefallenen Steine in Frage kommt, um ein Ereigniss ersten Ranges handelt. Auch bei andern Fällen mit rückläufigen Bahnen, also grosser Geschwindigkeit, wie L'Aigle und Tieschitz, waren es bedeutende Massen, welche den Weg durch die Atmosphäre zum Erdboden fanden. Der Widerstand der Letzteren gegen das Eindringen der Meteoriten nimmt gewiss mit steigender Geschwindigkeit rasch zu. Ich denke, dass wir für solche Geschwindigkeiten, von welchen hier allein die Rede sein kann, gar keine Erfahrung besitzen; wenn jedoch dieser Widerstand selbst bei der verhältnissmässig geringen Geschwindigkeit der aus unseren Geschützen abgeschossenen Projectile sich im Verhältnisse der zweiten, ja dritten Potenz der Geschwindigkeit steigert, so dürfte es doch wohl gestattet sein, zum Mindesten Aehnliches auch für die Meteoriten anzunehmen.

Für die parabolische Hypothese verhalten sich jedoch die Geschwindigkeiten bei den extremsten rückläufigen und rechtläufigen Bahnen (Apex und Antiapex) ungefähr wie 6 : 1 und für hyperbolische mit 0·5 Axe noch immer wie 3 : 1. Der Widerstand, welchen die Atmosphäre den vom Apex herkommenden Meteoriten entgegensetzt, würde daher für erstere 216mal so gross und für letztere noch immer 27mal so gross sein können als jener, den die vom Antiapex kommenden, also

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

rechtläufigen Körper erfahren. Dies soll jedoch nur ganz beispielsweise gesagt sein, weil dieser Widerstand in den dichteren atmosphärischen Schichten bei so grossen Geschwindigkeiten sich auch noch viel bedeutender gestalten kann.

Der zweite Widerstandsfactor ist, bei durchschnittlich angenommener Dichte, die Grösse der Stücke. Bei kugelförmiger Gestalt wird der Widerstand bekanntlich im verkehrten Verhältnisse des Radius stehen. Zudem können offenbar kleinere Massen eher aufgelöst werden als grössere, ausgenommen, dass erstere sich im Schutze der letzteren befinden.*) Es steht nun die Frage zur Discussion, ob solche Auflösungen überhaupt wirklich stattfinden können.

Dass die Meteoriten beim Durchgange durch die Atmosphäre einen Verlust an Masse erleiden, beweisen die damit verbundenen Erscheinungen ebenso bestimmt als die Steine selbst, welche sich in unseren Sammlungen befinden. Die leuchtenden Dampfsphären von mehreren Hundert Metern Durchmesser und die so oft in Form von „Rauchstreifen", welche zuweilen 100 bis 200 km lang und von ansehnlicher Querschnittsdimension sind, in der Atmosphäre zurückbleibenden Residuen, sowie noch manches Beiwerk dieser überaus merkwürdigen Erscheinung, lassen hierüber keinen Zweifel, so dass es des handgreiflichen Beweises durch die Schmelzrinde an der Oberfläche der Steine eigentlich gar nicht bedürfte. Sobald also diese Thatsache als feststehend betrachtet wird, handelt es sich nur mehr darum, ob auf solche Weise durch allmälige Zernagung oder auf andere Art die völlige Auflösung fester meteorischer Massen in der Atmosphäre stattfinden kann.

Herr Prof. Schiaparelli hat (S. 202 seines bekannten Werkes) hinsichtlich der Sternschnuppen den Satz aufgestellt, „dass deren

*) Bei dem sogenannten „Steinregen", wo viele Stücke niederfallen, dürfte dies vielleicht die Regel sein, und es hat fast den Anschein, als ob ganz kleine Massen nicht anders als unter dem Schutze der grössern zur Erde gelangen können. Denkt man sich den aus der Geschwindigkeit entspringenden Widerstand auf zwei in einem Schwarme befindliche Körper noch im verkehrten Verhältnisse ihrer Durchmesser vervielfältigt, also z. B. zehnmal grösser für jenen Körper, welcher nur $^1/_{10}$ des andern im Durchmesser hat, so würde dessen Geschwindigkeit schon vollständig verbraucht sein an jener Stelle, wo der andere erst den zehnten Theil verloren hat. Für die auf einer Strecke von mehreren Kilometern hinter einander niedergefallenen Stücke können jedoch diese Unterschiede kaum so gross sein. Man kann daher vielleicht annehmen, dass jene Meteorpartikel, welche beim Eintritte in die Atmosphäre dem vollen Drucke frei ausgesetzt sind, schon in sehr hohen Regionen aufgelöst werden und zur Bildung von Lichtschweifen und andern Residuen mit Veranlassung geben.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Auflösung in den dünnern Schichten der Atmosphäre eine Thatsache ist, welche schwer zu erklären aber unmöglich zu leugnen ist.“ Ich bin im Verlaufe meiner fast zwanzigjährigen Studien über diesen Gegenstand ganz und gar zu dem gleichen Resultate gelangt, nur mit dem Unterschiede, dass es mir — auch hinsichtlich der Meteoriten — eigentlich noch wunderbarer erscheint, wie denn überhaupt nach dem grossartigen Processe in der Atmosphäre noch Stücke zur Erde kommen können, als dass sie ganz aufgelöst werden.

Schiaparelli untersuchte die verschiedenen Möglichkeiten der Auflösung grösserer Massen (der Meteoriten) und gelangte zu dem Schlusse, dass dieselbe (wegen der gewöhnlich im Allgemeinen mehr kantigen Form der herabgestürzten Körper, sowie wegen ihrer meist sehr dünnen Schmelzrinde) nicht allmälig von der Oberfläche aus, sondern durch ein fast momentanes Ereigniss, z. B. durch einen Stoss oder durch eine Reihe von Stössen erfolgen mag. Ich bin der Ansicht, dass beide Vorgänge in Betracht kommen, will aber hinsichtlich des letzterwähnten auf Folgendes aufmerksam machen: Wer je eine Erscheinung dieser Art selbst beobachtet oder eine sehr grosse Zahl von Beobachtungen Anderer analysirt hat, konnte die Ueberzeugung erlangen, dass die betreffenden Massen mit einer Geschwindigkeit bis zu ihrem Endpunkte gelangten, welche wenigstens nicht erheblich (d. h. nicht durch unsere gewöhnlichen Beobachtungen sicher wahrnehmbar) vermindert ist. Auch wenn z. B. der dritte Theil der Geschwindigkeit durch den Lauf in der Atmosphäre aufgebraucht wurde, bleibt noch immer ein über alle irdischen Vorstellungen gehender ungeheurer Rest zurück. Wir bemerken nun, wie das Meteor momentan stille steht, in noch grösserem Glanze aufstrahlt und fast ebenso plötzlich erlischt. Wenn also eine Geschwindigkeit, welche (auch nach der parabolischen Hypothese) nicht weniger als mehrere 1000 Meter, aber auch viele Kilometer sein kann (nämlich eben für die rückläufigen Körper) fast momentan vernichtet wird, ist es dann nicht sehr wahrscheinlich, dass Massen von der Consistenz dieser Steine, wenn sie nicht zu den grössern gehören, durch einen solchen Stoss völlig aufgelöst werden? Der Anblick solcher grosser detonirenden Meteore, von welchen man wegen der gegen Ende der Bahn erfolgten Theilung vermuthen kann, dass sie nicht einem Meteoriten sondern einem Schwarm ihre Entstehung verdanken, bietet manchmal Phasen dar, welche ganz deutlich solche Vorgänge erkennen lassen. Ich meine damit insbesondere den so oft im Verlaufe der Bahn auftretenden sprungweisen Wechsel der Lichtintensität. Nicht selten kommt es vor, dass die Feuerkugel im letzteren Theile der Bahn mehrmals

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

aufflammt und darnach wieder viel schwächer wird. Man kann sich recht gut vorstellen, dass in solchen Fällen manchmal die kleinern Massen theilweise hinter und im Schutze der grössern angeordnet sind. Ist die Letztere zerstört, weil sie dem grössten Drucke ausgesetzt ist, so wird nach dem Aufflammen eine Abschwächung und dann in Bezug auf die früher geschützten Massen möglicherweise eine Wiederholung desselben Vorganges eintreten.*)

Wer viele Meteoriten gesehen hat, wird anderseits auch die Einwirkung auf die Oberfläche durch Abschmelzung und Verdampfung nicht gering schätzen. Es sind namentlich die sogenannten orientirten Steine, welche die Kennzeichen des Massenverlustes auf der „Brustseite" deutlich an sich tragen. Haidinger hat, wenn ich mich recht erinnere, einen Fall beschrieben, bei welchem die Masse im Centrum fast völlig entfernt war.

*) Vor Kurzem, am 2. April 1891 gegen 9 Uhr Abends, zog ein mächtiges detonirendes Meteor gerade über Brünn weg. Verschiedene Beobachter theilten mir ihre Wahrnehmungen mit. Die meisten Einzelnheiten enthält folgende: Kaum hatte das aus NW kommende birnförmige Meteor das Zenith passirt, so entstand unter lebhaftem blitzähnlichen Aufleuchten, welches die ganze Umgebung wie mit electrischem Bogenlichte erfüllte, an der vordern Seite der Feuerkugel eine grosse Explosion, so dass unzählige Funken nach allen Seiten sprühten, als ob das ganze Meteor zersprungen wäre. Allein, aus diesem sofort erlöschenden Funkenbouquet drangen einige viel weniger und röthlich leuchtende kleine Körper hervor, welche die frühere Bahn der Feuerkugel weiter verfolgten, der grössere voran und dann dahinter immer kleinere, bis auch diese erloschen. Damit stimmt im Wesentlichen die Aussage eines andern Beobachters, welcher jedoch hinzufügte, es hätte nachher auch der grösste von den hintereinander ziehenden Körpern unter Entwicklung von weissem Lichte mit Funkensprühen explodirt. Personen, welche sich im Zimmer, in der Nähe der Fenster befanden und die Feuerkugel nicht bemerkten, hatten den Eindruck, als ob es 2—3mal stark geblitzt hätte. Nach jedem Aufblitzen wurde es wieder dunkler. Dass die obigen Schilderungen nicht einem Spiel der Phantasie entstammen, beweisen die zahlreichen ähnlichen Beobachtungen desselben Meteors aus andern Orten, von denen ich nur noch die eines Fachmannes anführen will. Herr Assistent R. Spitaler, von der Wiener Sternwarte, schreibt hierüber: „Ich hatte meinen Blick gegen die Cassiopeia gerichtet, als oberhalb derselben eine kleine, röthlichgelbe, sich langsam bewegende Sternschnuppe auftauchte. Da ihre Helligkeit zunahm, blieb ich stehen und begann Secunden zu zählen; sie schien, immer grösser und heller werdend, auf mich zuzukommen. Die Leute blieben stehen und ich hörte mehrfach Worte der Verwunderung und des Staunens über die prachtvolle Erscheinung. Ich sah nun deutlich einen rothglühenden kugelförmigen Körper von etwa $^1/_4$ des Monddurchmessers, es trat eine merkbare Ver-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Es ist nicht daran zu zweifeln, dass die Sternschnuppen eine den Meteoriten verwandte Erscheinung darstellen, wenigstens in der Hinsicht, von welcher hier die Rede ist, wenn auch vielleicht nicht durchaus in kosmischer Beziehung. Dass das Sternschnuppenphänomen hervorgerufen wird durch Körper, welche von aussen her in die Atmosphäre dringen, kann gegenwärtig nicht mehr bezweifelt werden, und dass dies feste Körper sind, kann ebenfalls als ausgemacht gelten. Was geschieht nun mit den vielen Tausenden, welche täglich in die Atmosphäre dringen, da sie ja doch nicht auf den Erdboden niederfallen? Und wären die betreffenden Massen auch noch so klein, bei der grossen Menge derselben müssten sie sich ja doch auch hin und wieder bemerklich machen, wenn sie nicht aufgelöst würden.

Prof. Schiaparelli hat eine höchst interessante Zusammenstellung der Gewichte jener Meteoriten gegeben, von denen man ver-

zögerung der Geschwindigkeit ein und das Meteor zerplatzte unter lebhafter Lichtentwicklung, wobei das Explosionsfeld wohl die Grösse des Vollmondes gehabt hat. Während der Explosion, die etwa 2 Secunden andauerte, stand das Meteor fast stille, dann flogen viele kleine, weniger hell leuchtende Körperchen in der Richtung der Bahn weiter, die mir hinter einem Dache verschwanden. Der Anfang war in $\alpha = 20^0$ $\delta = +68^0$, die Explosion in $\alpha = 297^0$ $\delta = +63^0$, das Verschwinden in $\alpha = 280^0$ $\delta = +53^0$." Da somit nach der „Explosion" einzelne Körper, von Wien aus gesehen, ihre Bahn noch mehr als 12^0 verfolgten, so fand jene wohl mindestens 35 km vor der Hemmung der letzteren, also noch innerhalb der planetar. Bahn statt. Sollte man dabei nicht an die thatsächliche Auflösung eines Körpers denken, eines solchen, in dessen Schutz sich gewissermassen die hernach weiterziehenden, minder leuchtenden kleinen Massen befanden? Sehr ähnlich lauten die zahlreichen Berichte, welche ich über eine detonirende Feuerkugel vom 17. Jänner 1890 in den Sitzungsber. der kais. Akademie in Wien, 99. Bd. II. Decbr. 1890 mitgetheilt habe. Dort konnte der Punkt, wo das Meteor innerhalb der Bahn besonders explodirte und dabei, wie ein Beobachter sagte — er hielt dies bestimmt und ausdrücklich aufrecht — stehen blieb, 90 km vor der schliesslichen Hemmung nachgewiesen werden. Die Angabe, dass das Meteor dabei stehen blieb, sowie einige ähnliche, von einer kleinen Unterbrechung der Bewegung, hielt ich damals für Täuschung, aber nach der sorgfältigen Beobachtung des Herrn Assistenten Spitaler sehe ich sie doch in anderem Lichte. Man kann freilich nicht annehmen, dass bei der „Explosion" der ganze Meteoritenschwarm „stehen blieb" und dass darnach wieder einzelne Theile mit planetarischer Geschwindigkeit weiter zogen Allein die sprungweise gesteigerte Lichtentwicklung, welche entsteht, wenn ein Stück gehemmt und wahrscheinlich auch zerstört wird, kann die Weiterbewegung der noch etwas zurückgebliebenen minder leuchtenden Partikel wohl momentan für eine gewisse Strecke maskiren.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

muthen kann, dass sie als einzelne Körper herabgefallen seien und kam dabei zu dem Resultate, dass „zwischen 0 und 4 kg alle Gewichte gleich wahrscheinlich zu sein scheinen.“ Er bemerkt dazu, sicher mit Recht, dass „wenn die Grösse der Gewichte dasselbe Gesetz befolgen müsste, wie der Glanz der Sternschnuppen, so müsste die Wahrscheinlichkeit fortdauernd und schnell mit der Abnahme der Gewichte zunehmen“, d. h. die Zahl derjenigen aufgefundenen Körper, welche z. B. bloss 1 kg oder weniger wiegen, müsste vielmal grösser sein als jene von 3 kg u. s. f. Man kann dagegen kaum einwenden, dass Steine von 1 kg vielmal schwerer aufzufinden seien als solche von 3 kg, denn in der Regel stellt sich der Meteoritenfall als solcher dadurch heraus, dass Jemand den Körper zu Boden fallen sieht, und dann hängt das Auffinden nicht sehr wesentlich davon ab, ob dieser etwas kleiner oder grösser ist. In der hier erwähnten Liste betragen die einzelnen Fälle unter 1 kg Gewicht weniger als 12% statt dass sie, wie man analog der optischen Erscheinung der Sternschnuppen erwarten müsste, den bei weitem grössten Theil ausmachen würden.

Die Höhenregion, in welcher Sternschnuppen (im Mittel) aufleuchten und verschwinden, ist eine ziemlich eng begrenzte, etwa zwischen 160 und 90 km, während Meteoriten oft schon in Höhen über 300 km sichtbar werden und ihre Lichtbahn bis 15 km und noch niedriger verfolgen. Dies spricht ebenfalls dafür, dass die Sternschnuppen durchschnittlich relativ kleine Massen darstellen, welche zwar ebenfalls schon in sehr grosser Höhe erglühen, aber da noch nicht wahrnehmbar sind und dann auch schon in grosser Höhe gehemmt und aufgelöst werden, während die grossen Massen tiefer herabsteigen. Wir beobachten viele grössere lichtstarke Meteore, welche früher sichtbar werden als die gewöhnlichen Sternschnuppen und auch tiefer herabdringen, jedoch lautlos erlöschen. Meteore dagegen, welche sich dem Erdboden bis auf 30—40 km nähern, verbreiten gewöhnlich Detonationen, wenigstens können bestimmte Schallwahrnehmungen in jenen Fällen, welche eingehende Nachforschungen gestatten, meistens nachgewiesen werden. Es sind dies die sogenannten detonirenden Meteore. Hier beweisen die Detonationen, dass feste Massen tiefer herabgedrungen sind und wenn bei diesen Erscheinungen, welche sonst in Allem und Jedem bis in die kleinsten Einzelnheiten den Meteoritenfällen gleichen, das Niederfallen von Körpern wirklich beobachtet wird, so nennt man sie eben Meteoritenfälle. Es ist sehr merkwürdig, dass bei so zahlreichen am Tage und in der Dämmerung beobachtenden detonirenden Meteoren, welche oft bedeutende Residuen in der Atmosphäre zurück-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

lassen, kein eigentlicher Meteoritenfall nachgewiesen werden kann. Man wird in der Mehrzahl solcher Fälle zur Annahme gezwungen, dass nur kleine Massen den Erdboden erreicht haben, oder dass wohl gar bei der Schlusskatastrophe eine vollständige Auflösung stattgefunden hat. Im ersten Falle hängt es von manchen Nebenumständen ab, ob ein Meteoritenfall constatirt wird.

Ich habe hier versucht den Gedankengang anzudeuten, durch welchen Meteoriten, detonirende Meteore, Feuerkugeln und Sternschnuppen (diese im Allgemeinen genommen) zum mindesten als nahe verwandte Erscheinungen in Verbindung gebracht werden können. Es ist dies ungefähr derselbe Standpunkt, welchen Schiaparelli schon vor Langem eingenommen und begründet hat. Eine vieljährige eingehende Beschäftigung mit diesem Gegenstande vermochte meine gleiche Anschauung hierüber nur mehr und mehr zu befestigen.

Man wird annehmen dürfen, dass der Widerstand, welcher durch die Bewegung dieser Körper in der Atmosphäre entwickelt wird, für alle Arten derselben wenigstens im Allgemeinen eine ähnliche Function der Masse, Grösse und Geschwindigkeit sein wird, wenn man vorläufig von der Bahnlage gegen das Zenith absieht. Es kann sein, dass diese Beziehungen, namentlich jene zur Geschwindigkeit, in den höhern atmosphärischen Schichten etwas andere sind als in den tiefern, allein ausser Zweifel bleibt, dass der Hauptsache nach mit der Geschwindigkeit der Widerstand sehr erheblich zunehmen muss und dass er für grosse Massen geringer als für kleine sich ergeben wird. Gewiss ist auch, dass mit dem Widerstande und dem Verluste an Geschwindigkeit die Erhöhung der Temperatur und der allmälige Verlust an Masse zusammenhängt. Sicher ist endlich, dass bei einem gewissen relativem Widerstande die Hemmung der Bewegung sehr rasch erfolgt und dass also die Hemmungshöhe (abgesehen von der Bahnlage) in einer nothwendigen Beziehung zur Masse (oder bei gleicher Dichte zur Grösse) und Geschwindigkeit, und zwar je im umgekehrten Sinne steht, so zwar, dass bei gleicher Geschwindigkeit kleine Massen schon in grosser Höhe gehemmt werden, und dass ebendasselbe bei gleichen Massen mit jenen geschieht, welche mit grösserer Geschwindigkeit in die Atmosphäre eindringen. Nicht bewiesen, aber als naheliegende Folgerung ist anzunehmen, dass in der Regel irgend einer Masse auch ein gewisses Mass von Geschwindigkeit entspricht, bei welcher zugleich mit der Hemmung auch die Auflösung erfolgt. Dass auch solche Meteoriten zur Erde fallen, welche selbst bei der erreichbaren Maximalgeschwindigkeit nicht aufgelöst wurden, beweist nur, dass für sie das erforderliche Grenzverhältniss nicht erreicht worden ist.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Bei gruppenweiser Zusammenfassung habe ich erhalten, für die durchschnittliche Höhe des Endpunktes der Bahnen oder des Hemmungspunktes:

Für 16 Meteoritenfälle . . . . . 22 km
Für 57 detonirende Meteore . . . . . 31 km
Für 147 Feuerkugeln ohne Detonationswahrnehmungen 60 km
Für die Endhöhe der Sternschnuppen kann im Mittel aus verschiedenen Angaben (Weiss, Newton etc.) angenommen werden . . . . . 90 km

In diesen Daten ist jedenfalls sowohl der Einfluss der Masse als jener der Geschwindigkeit enthalten, während jener der Bahnlage vielleicht schon ausgeglichen ist. Ich habe auch den Versuch gemacht, den Einfluss der Geschwindigkeit wo möglich allein darzustellen. Der Bogen, um welchen der scheinbare Radiant der Meteorbahn vom Erdapex (Herr Prof. Newton nennt ihn earth's goal und den Antiapex earth's quit), d. i. von jenem Punkte des Himmelsgewölbes absteht, gegen welchen die Bewegung der Erde im Augenblicke gerichtet ist, also die scheinbare Elongation (e'), ist eine Function der absoluten und relativen Geschwindigkeit (v und v'), so zwar, dass

$$v' = \cos e' + \sqrt{v^2 - \sin^2 e'},$$

wenn die Geschwindigkeit der Erde als Einheit genommen wird. Wenn man also für alle Meteore dieselbe oder auch eine durchschnittliche absolute (heliocentrische) Geschwindigkeit v annimmt, so sind die relativen Geschwindigkeiten v' am grössten für kleine Werthe von e' nämlich in der Nähe des Apex für $e' = 0 : v' = v + 1$, und sie nehmen ab mit wachsender Elongation bis ($e' = 180$, $v' = v - 1$) zum Antiapex. Man kann also bestimmt voraussetzen, dass die in der Nähe des Apex befindlichen Radianten solchen Meteoren angehören, welche mit grosser relativer Geschwindigkeit gegen die Erde kommen, im Gegentheile jene in der Nähe des Antiapex mit geringer Geschwindigkeit. Nun ist aber die Länge des Apex immer sehr nahe um 90° kleiner als jene der Sonne, so zwar, dass derselbe zur Zeit des Herbstaequinoctiums eben denjenigen (in Bezug auf den Aequator) höchsten Punkt der Ekliptik in 90° Länge einnimmt, welchen im Sommersolstitium die Sonne inne hatte. Um diese Zeit beschreibt also der Apex den grössten Tagbogen und man kann voraussetzen, dass dann die meisten Meteore mit grösseren Geschwindigkeiten zur Erde gelangen. Der entgegengesetzte Fall tritt für das Frühlingsaequinoctium ein. Der Einfluss der Geschwindigkeit auf die Hemmung und — je nach der Masse — Auflösung der Meteore könnte sich also darin zeigen, dass

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

die Hemmungshöhen der Meteore um die Zeit des Herbstaequinoctiums durchschnittlich grösser sind als zur Zeit der Frühlingsnachtgleichen. Indem ich mein Material in dieser Hinsicht untersuchte, ergab sich:

Epoche	Durchschnittliche Zahl der Meteore	Durchschnittliche Höhe des Endpunktes	Durchschnittliche Beobachtungszeit im Mittel
September 1.—October 14. . . .	29	63 km	8^h 31^m
Februar 26.—April 11.	22	45 km	8^h 52^m

Es stellte sich also in der That die Hemmungshöhe für jene Meteore, welche voraussichtlich im Durchschnitte mit grösserer Geschwindigkeit in die Atmosphäre traten, wesentlich grösser heraus. Bei den meisten liess sich auch die geocentrische Geschwindigkeit abschätzen. Sie ergab sich im Mittel bei der ersten Gruppe zu 57 km, bei der zweiten zu 40 km.*)

Damit hängt es offenbar auch zusammen, dass, wie Schmidt in seinen statistischen Untersuchungen gefunden hat, die detonirenden Meteore im Februar und März häufiger vorkommen als im September. Denn da die Meteore in der ersteren Jahresperiode durchschnittlich tiefer herabsteigen, müssen auch die Detonationen häufiger zu vernehmen sein.

Ich habe in dieser Richtung auch noch einen anderen mehr directen Versuch gemacht. Aus dem Material der nicht detonirenden Feuerkugeln — weil dieses relativ am grössten ist — wählte ich alle jene aus, deren scheinbarer Radiant innerhalb der Elongationszone von $e' = 20^0$ bis $e' = 60^0$ und andererseits jene zwischen $e' = 140^0$ und 160^0. Man kann nun ganz bestimmt sagen, welche Hypothese man auch über den Werth der

*) Diese Werthe der relativen Geschwindigkeit, und daher auch die zugehörigen Hemmungshöhen sind jedoch noch beiderseits ziemlich entfernt von den extremsten, was ja auch selbstverständlich ist. Namentlich ist es der erstere. Für die heliocentrische Geschwindigkeit erhielt ich nämlich durchschnittlich aus 154 durchs ganze Jahr beobachteten Feuerkugeln 59·8 km, eine Grösse, welche als Durchschnittswerth deshalb einiges Vertrauen verdient, weil man aus einzelnen Gruppen des Materials nahezu dieselbe Zahl erhält. So fand sich z. B. diese Geschwindigkeit für 38 von der Sonnenseite herkommende Feuerkugeln: 60·4 km und für 116 von der entgegengesetzten Seite 59·6 km. Der geringe Unterschied kommt sehr wahrscheinlich auf Rechnung der mittleren Unsicherheit. Nimmt man also für die durchschnittliche heliocentrische Geschwindigkeit der Feuerkugeln etwa 60 km, so würden jene, welche der Erde genau entgegen gekommen sind (Apex) mit rund 90 km, und jene, welche sie genau von rückwärts eingeholt haben, mit 30 km relativer Geschwindigkeit in die Atmosphäre getreten sein.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

absoluten Geschwindigkeit v aufstellen mag, wenn er nur beiderseits gleich war, dass v', die Geschwindigkeit in Bezug auf die Erde, bei der erstern Gruppe wesentlich grösser als bei der andern gewesen sein musste. Daher sollten auch die Hemmungshöhen bei der erstern grösser sein als bei der letztern, vorausgesetzt, dass die Zahl der Fälle gross genug ist, um andere Einflüsse, namentlich jene der Masse, zu paralysiren. Aus der ersten Gruppe fand ich 17, aus der zweiten 18 Fälle und es ergab sich:

Scheinbare Elongation des Radianten e':	Mittlere Hemmungshöhe
$20^0 - 60^0$ (durchschnittl. 35^0)	63 km
$140 - 160^0$ (durchschnittl. 150^0)	46 km

Da dies Mittelwerthe sind, käme in Frage, ob der Unterschied von etwa 17 km nicht blos zufällig ist. Obwohl nun die Unterschiede der einzelnen Werthe jeder Gruppe nicht allein als reine Beobachtungsfehler, sondern auch als natürliche Folge verschiedener Massen gelten müssen, kann man doch die üblichen Regeln auch hier anwenden. Hiernach stellte sich die mittlere Unsicherheit des ersten Resultates auf $\pm$ 5·7 km, die des zweiten auf $\pm$ 3·7 km und jene des Unterschiedes auf $\pm$ 6·8 km, also nur etwas höher als der dritte Theil desselben. Das Resultat kann daher zum grössern Theile wirklich für reell gelten.

Selbst die verschiedenen Angaben über die Hemmungshöhen der bekannten November- und Augustströme der Sternschnuppen (Leoniden und Perseiden) lassen ähnliche Verhältnisse erkennen. Für beide Radianten ist $e' < 90$, jedoch kommen die Leoniden sehr viel näher vom Apex her als die Perseiden, daher muss auch ihre relative Geschwindigkeit grösser sein als die der letztern, wenn sie wenigstens ungefähr gleiche heliocentrische Geschwindigkeit besitzen. Nun hat in der That schon vor vielen Jahren Prof. Newton aus zahlreichen in Amerika angestellten Beobachtungen für die November-Meteore die mittlere Höhe des Aufleuchtens zu 155 km und jene des Erlöschens zu 98 km bestimmt, während Prof. Dr. Weiss in Wien für die Perseiden des August im Mittel beim Aufleuchten 115 km und beim Erlöschen 88 km gefunden hat.

Wenn nun, wie die vorstehende Betrachtung wohl hinlänglich gezeigt hat, ein ungünstiges Verhältniss zwischen Geschwindigkeit und Masse es vermag den Hemmungspunkt der Meteore, also den Endpunkt der leuchtenden Bahn, in immer grössere und grössere Höhen zu ver-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

legen, warum sollte es nicht wahrscheinlich sein, dass unter so ungünstigen Umständen kleine Massen in nachweisbarer Form überhaupt gar nicht auf die Erde gelangen und dass den grösseren Geschwindigkeiten nur die grössern Massen widerstehen können? Dass Letztere auch unter den Meteoriten seltener sind als die kleinern, ist ebenfalls annehmbar, so zwar, dass also verhältnissmässig selten Körper in der ihrer Integrität nachtheiligen Lage der rückläufigen Bahn — also der grossen Geschwindigkeit — bis in die untersten atmosphärischen Schichten und bis zur Erde gelangen.

Sind die detonirenden Meteore nur solche Meteoritenfälle, bei welchen blos in Folge äusserer Zufälligkeiten keine Stücke aufgefunden werden konnten, so kann man voraussetzen, dass das Vertheilungsgesetz ihrer Radianten das gleiche sein wird wie jenes der Meteoriten. Begreifen sie in sich jedoch auch nur der Mehrzahl nach jene Fälle, bei welchen in Folge grösserer Geschwindigkeit die Massen ganz oder zum grossen Theile aufgelöst wurden, so muss nachweisbar sein, dass auf dieselben durchschnittlich eine grössere Geschwindigkeit eingewirkt hat, d. h. dass ihre Radiationspunkte im Mittel eine geringere Elongation vom Apex hatten als die Meteoriten.

Man kann in derselben Art weiter schliessen, dass die Radiationspunkte der nicht detonirenden Meteore und endlich jene der schon in grossen Höhen gehemmten Sternschnuppen durchschnittlich dem Apex immer näher und näher liegen müssten.

Folgende Zusammenstellung gibt die Vertheilung der scheinbaren Radianten nach Elongationszonen vom Apex aus gerechnet, für 36 Meteoriten, 54 detonirende Meteore und 167 Feuerkugeln:

Elongation vom Apex: e'	Anzahl: Meteoriten:	Det. Meteore:	Feuerkugeln:
0—10	0	0	0
10—20	1	0	2
20—30	0	0	6
30—40	0	0	4
40—50	2	1	5
50—60	1	1	5
60—70	2	2	14
70—80	1	6	22
80—90	3	12	19
90—100	2	6	19
100—110	1	7	19
110—120	6	8	13

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Elongation vom Apex: e'	Anzahl: Meteoriten:	Det. Meteore:	Feuerkugeln:
120—130	9	7	10
130—140	2	2	5
140—150	3	0	17
150—160	3	2	4
160—170	0	0	3
170—180	0	0	0

Elongation vom Apex: e'	Relative Dichte (Anzahl: Zonenfläche): Meteoriten:	Det. Meteore:	Feuerkugeln:
0—10	0·0	0·0	0·0
10—20	0·6	0·0	0·3
20—30	0·0	0·0	0·5
30—40	0·0	0·0	0·2
40—50	0·4	0·2	0·2
50—60	0·2	0·1	0·2
60—70	0·6	0·2	0·5
70—80	0·2	**0·7**	**0·8**
80—90	0·4	**1·3**	**0·7**
90—100	0·3	0·6	**0·7**
100—110	0·2	**0·8**	**0·7**
110—120	**1·1**	**0·9**	0·5
120—130	**1·7**	**0·9**	0·4
130—140	0·4	0·3	0·2
140—150	**0·8**	0·0	**1·0**
150—160	**1·1**	0·5	0·3
160—170	0·0	0·0	0·4
170—180	0·0	0·0	0·0

Da bei der relativ geringen Zahl sich noch grosse Unregelmässigkeiten zeigen, habe ich, um den angenäherten Gang der Dichtigkeitsfunction deutlicher zu machen, eine empirische Ausgleichung in der Art vorgenommen, dass für jede Zone der Mittelwerth aus ihrer Dichte und jener der zwei vorhergehenden und nachfolgenden Zonen genommen wurde. Zum Vergleiche habe ich auch die Dichtigkeitstabelle für Sternschnuppenradianten nach dem von mir im Nr. 2222 der astron. Nachrichten benützten Material beigefügt. Letzteres gründet sich auf die Radianten-Verzeichnisse von Greg und Schiaparelli. In den beiden ersten Gruppen ist eine Ausgleichung erst von der Zone $e' = 40^0$ und bei der dritten von $e' = 20^0$ möglich. Ebenso können

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

auch die ausgeglichenen Reihen nicht bis $e' = 180^0$ reichen, was jedoch unerheblich ist.

Elongation vom Apex: e'	Dichtigkeitsverhältnisse (ausgeglichen) Meteoriten:	Det. Meteore:	Feuerkugeln:	Dichtigkeit des Sternschnuppen-Radianten:
0—10	—	—	—	0·33
10—20	—	—	—	0·47
20—30	—	—	0·24	0·39
30—40	—	—	0·28	0·60
40—50	0·24	0·10	0·32	0·68
50—60	0·28	0·24	0·38	0·67
60—70	0·36	0·50	0·48	**0·75**
70—80	0·34	0·58	0·58	**0·72**
80—90	0·34	0·72	**0·68**	0·59
90—100	0·55	0·68	**0·68**	0·55
100—110	0·75	**0·90**	0·60	0·48
110—120	0·75	0·70	0·50	0·36
120—130	0·84	0·58	0·56	0·33
130—140	**1·02**	0 52	0·48	0·26
140—150	0·80	0·34	0·46	0·19
150—160	0·46	0·16	0·38	0·17
160—170	—	—	—	0·07
170 - 180	—	—	—	—

Es ist aus diesen Zusammenstellungen zu erkennen, dass relativ und im Durchschnitte die Meteorerscheinungen in jeder Hinsicht desto unbedeutender werden, je näher ihre Radianten dem Apex liegen. Die grösste Dichtigkeit für die Meteoriten liegt in der Zone zwischen 130^0 und 140^0 Elongation — entsprechend der verhältnissmässig geringsten Geschwindigkeit, jene der detonirenden Meteore zwischen 100^0 und 110^0, die der nicht detonirenden grossen Feuerkugeln zwischen 80^0 und 90^0, jene der Sternschnuppen zwischen 60^0 und 70^0, oder doch zwischen 40^0 und 80^0, entsprechend den grossen Geschwindigkeiten. Je grösser die Geschwindigkeit, desto mehr Einzelnheiten entfallen aus dem grossartigen Complex der Erscheinung. Zuerst entfällt in der Regel der Nachweis für niedergefallene Massen, dann jener der Detonationen, endlich erscheinen auch die grossen optischen Eindrücke, welche die Feuerkugeln durchschnittlich noch hervorrufen, vermindert und es bleibt eine grosse Zahl optisch unbedeutender Meteore, unter welchen die grössern nur seltenere Ausnahmen sind. Erinnert man sich daran, dass, wie früher gezeigt, damit zugleich der

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Punkt des Erlöschens immer höher und höher gerückt wird, so erscheint es mir nicht ganz ungereimt die relativ geringe Zahl selbst der optisch kleinsten Meteore in der Nähe des Apex (zwischen 0^0 und 20^0 Elongation) zu erklären, indem man annimmt, es sei dort die Hemmungshöhe der kleinern Massen in Folge der grossen Geschwindigkeiten schon so gross, dass die Mehrzahl dieser Erscheinungen endlich der Beobachtung ganz entgeht. Nach jeder plausibeln Annahme über die heliocentrische Geschwindigkeit müsste, wenn man sich die Meteorbahnen gleichmässig vertheilt denkt, die Dichtigkeit der Sternschnuppenradianten in der Nähe des Apex viel grösser sein als sie nach den Beobachtungen erscheint und hiezu mag die grosse geocentrische Geschwindigkeit nicht wenig beitragen.*)

Wenn man die in jenen Tabellen, allerdings einstweilen nur ganz beiläufig zu nehmende Beziehung zwischen Geschwindigkeit (Elongationszone e') und der entsprechenden Dichtigkeit beispielsweise für die heliocentrische Geschwindigkeit in der Parabel ausdrücken wollte, so könnte man ungefähr Folgendes sagen: Wenn die Meteoriten nur mit einer relativen Geschwindigkeit bis zu etwa 15 km in die Atmosphäre stürzen, so werden in der Regel auch die kleinern Körper als Meteorsteine den Erdboden erreichen. Wenn diese Geschwindigkeit ungefähr auf 23 km steigt, dringen die kleinern Massen zumeist nur so tief in der Atmosphäre herab, dass bei ihrer Hemmung und Auflösung noch Detonationen vernommen werden können. Bei einer Geschwindigkeit von beiläufig 30 km tritt diese Katastrophe in der Regel schon in solcher Höhe ein, dass meistens auch keine Detonationen mehr vernommen werden, aber die Lichterscheinung noch eine sehr lebhafte bleibt. Geschwindigkeiten, welche noch wesentlich über dieser Grenze liegen, geben Veranlassung, dass der ganze Process sich in solcher Höhe vollzieht, dass die kleinern Massen den Eindruck mehr oder weniger heller Sternschnuppen hervorrufen und selbst diese optische Wahrnehmung kann vielleicht bei den grössten Geschwindigkeiten und kleinsten Massen sehr beeinträchtigt werden. Für andere Annahmen der heliocentrischen Geschwindigkeit gelten auch andere Zahlen, wie denn überhaupt dieses Beispiel, wie gesagt, nur als beiläufige Erläuterung zur obigen Zusammenstellung dienen soll.

Ich weiss nicht, ob es je gelingen wird, direct nachzuweisen, dass feste Massen bis zu einem Gewichte von mehreren Kilogrammen in

*) Schon vor vielen Jahren habe ich (Astron. Nachr. Nr. 2223) diese letztere Frage aufgeworfen, jedoch wieder fallen gelassen. Gegenwärtig möchte ich mich weniger ablehnend verhalten.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der Atmosphäre gewissermassen aufgelöst werden, allein es ist doch Thatsache, dass die in unserem Material enthaltenen Fälle geringeren Grades alle aus Elongationen, grösser als 90° kamen. Unter den 10 Meteoritenfällen aus Elongationen kleiner als 90° befindet sich keiner, bei welchem nur ein einzelnes Stück oder höchstens deren zwei gefunden wurden, im Gewichte kleiner als 6 kg, dagegen unter den übrigen 26, wo die Elongation zwischen 90° und 180° betrug, also die Geschwindigkeit geringer war, finden sich solcher Fälle 6 (Gütersloh, Slavetic, Little Piney, Erxleben, Wessely, Ceresetto; von 1·3 bis 5 kg), also fast der vierte Theil.

Betrachtet man die Annahme als zulässig, dass durch die grosse Geschwindigkeit die Wahrscheinlichkeit des Niederfallens von solchen Meteoriten, welche rückläufige Bahnen verfolgen, vermindert wird, so ist es selbstverständlich, dass unter den wirklichen Meteoritenfällen die rückläufigen Bahnen nur schwach vertreten sind und es erklären sich damit zugleich alle übrigen auffallenden Anomalien, nämlich das weit überwiegende Vorwalten grosser Periheldistanzen (um wenig geringer als 1), sowie auch das Ueberwiegen der kleinen Bahnneigungen gegen die Ekliptik.

Die geocentrische Geschwindigkeit wird desto geringer, je mehr sich die Elongation des scheinbaren Radianten 180° nähert und dies bringt nothwendig mit sich, dass die Neigung sehr gering sein und der Richtwinkel des wahren Radianten gegen den Radiusvector (α) sich 90°, also die Periheldistanz der Einheit nähern muss.

Es lässt sich nicht leugnen, dass der Versuch, die hier geschilderten Eigenthümlichkeiten rein kosmisch dadurch zu erklären, dass die rechtläufigen Bahnen an sich viel häufiger gedacht werden als die rückläufigen, im ersten Momente den Anschein grösserer Einfachheit für sich hat. Allein es stehen demselben ganz wesentliche Schwierigkeiten entgegen, denn es muss in diesem Falle:

a) Entweder zum Mindesten die allgemeine Einheit der Meteoriten, detonirenden Meteore und grossen Feuerkugeln überhaupt aufgegeben werden, oder

b) angenommen werden, dass die Wahrscheinlichkeit rückläufiger Bahnen etwa im verkehrten Verhältnisse zu den Massen steht, wenigstens so, das die grösseren fast immer rechtläufig, die kleineren auch rückläufig sind. Denn da jene grossen Meteore, welche aus geringerer Elongation vom Apex herkommen weit seltener wirkliche Steinfälle liefern und auch schon in grössern Höhen erlöschen als die andern, muss die Ursache entweder in ihrer kleinern Masse, oder wenn grössere und klei-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

nere Massen gleich wahrscheinlich, in der grössern Geschwindigkeit gesucht werden. Wenn man aber die zweite Alternative nicht gelten lassen will, bleibt nur die erste.

Die unter *a*) erwähnte Annahme widerspricht in hohem Grade unsern Wahrnehmungen über diese Erscheinung, jene unter *b*) ist nur, und selbst dann nur schwer, aufrecht zu erhalten, wenn man sich die meteorischen Massen durch explosionsartige Zertrümmerung eines Körpers unseres Planetensystems entstanden denkt, welcher sich in rechtläufiger Bahn bewegte. Es ist eine gewagte Argumentation nöthig, auf diese Weise die bezeichnete Annahme zu erklären. Diejenigen, welche sich eingehender mit dem Studium dieses Gegenstandes befasst haben, werden jedoch, wie ich vermuthe, auch wenn sie für die Meteoriten principiell elliptische Bahnen annehmen, wie Herr Prof. Newton, geneigt sein, ihnen einen ausserplanetarischen Ursprung zuzuschreiben, wie den Kometen. In diesem Falle müssten die geschlossenen Bahnen wohl durch die von den grossen Planeten verursachten Störungen erklärt werden, wie man dies eben auch hinsichtlich einer Gruppe von Kometen zu thun geneigt ist. Allein gegenüber den Massen dieser Planeten sind alle uns bekannten Meteoriten so unbedeutend, dass man nicht einsehen könnte, warum durch diese Störungen die grössern mehr rechtläufige Bahnen erhalten haben sollen als die kleinern.

Endlich aber haben Diejenigen, welche für die Meteoriten elliptische Bahnen von kürzerer Umlaufszeit annehmen, eine dieser Hypothese entgegenstehende Thatsache von fundamentaler Bedeutung zu beseitigen oder aufzuhellen. Unter allen zur Erde gefallenen Meteoriten konnte meines Wissens nur für zwei die Geschwindigkeit mit Sicherheit abgeleitet werden, nämlich für die Fälle bei Pultusk und Orgueil*) und hiebei hat sich dieselbe beinahe doppelt so gross ergeben als jene der Erde, was bekanntlich nur die Annahme von Hyperbeln gestattet. Um bei demjenigen Falle einen Augenblick zu verweilen, in welchem sich der Natur der Sache nach diese Thatsache am sichersten ausprägt, bei jenem von Pultusk nämlich, so fand sich dort die geocentr. Geschwin-

*) Ausserdem sind mir noch folgende Abschätzungen der heliocentrischen Geschwindigkeit von Meteoriten bekannt geworden, welche jedoch theils wegen Unsicherheit der Bahnlage und Länge, theils weil nur je eine Zeitschätzung vorliegt, wenig Gewicht besitzen: Krähenberg (Nach Neumayer): 67 km, Barbotan (Nach Baudin's Angaben): 56 km, Jowa City: 43 km. Bei beiden letzteren ist die Bahnlage sehr unbestimmt; Marengo (nach Leonard's Mittheilungen): 39 km, bei sehr unsicherer Bahnlänge. Dieses letztere Resultat kann als Nachweis für eine elliptische Bahn wohl unmöglich gelten.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

digkeit zu 27 km. Würden diese Meteoriten zu jenen gehört haben, welche nach der Anschauung des ausgezeichneten amerikanischen Astronomen eine Geschwindigkeit in der Entfernung 1, von 1·2—1·4 der Erdgeschwindigkeit hatten, so müsste ihre geocentrische Geschwindigkeit, da sie fast genau hinter der Erde herkamen, die sie mit dem Ueberschusse von 0·2—0·4 dann eingeholt hätten, ungefähr 6—12 km gewesen sein. Wenn man die Erwägungen hinsichtlich der Geschwindigkeit in der epochemachenden Abhandlung von Galle über den Fall von Pultusk nachsieht und versuchen wollte zu erklären, warum die beobachtete Grösse nicht weniger als fast 3—5mal so gross war als jener Werth, so wird man, um diesen einschneidenden Widerspruch als das Resultat von Täuschungen oder besonderen Einflüssen anzusehen, Erklärungen finden müssen, welche, wie es mir scheint, viel wunderbarer und unbegreiflicher wären als die Vorstellung, dass feste Massen von mehreren Kilogrammen in der Atmosphäre völlig zertheilt werden, wenn ihre bis zu 70 km und selbst darüber reichende Geschwindigkeit in einigen Momenten fast auf Null reducirt wird.

Man kann die Art der uns bisher allein möglichen Geschwindigkeitsschätzung als minder genau bemängeln, allein Thatsachen, wie sie sich hier ausprägen, können auf solche Weise nicht umgedeutet werden.

Ich will gar nicht sprechen von den sehr zahlreichen Fällen detonirender Meteore, bei welchen ungefähr dieselben Verhältnisse wie bei den Meteoritenfällen von Pultusk und Orgueil mit gleicher Sicherheit nachgewiesen sind, weil man ja noch immer einwenden könnte, dass dies eben keine Meteoritenfälle sind, allein der Umstand, dass jenen beiden Nachweisungen keine einzige gleich sichere gegenübersteht, welche aus directen Beobachtungen auch nur mit einiger Wahrscheinlichkeit die kleine Geschwindigkeit der elliptischen Bahn ergibt, berechtigt zum Schlusse, dass die Annahme, nach welcher die Meteoriten einer besonderen Classe in elliptischen Bahnen ziehender Körper angehören, wenigstens in solcher Allgemeinheit nicht gestattet ist. Ich möchte jedoch, um Missdeutungen zu vermeiden, hervorheben, dass ich es selbst auf Grund dieser Betrachtungen nicht unternehmen möchte, diese Negation als allgemeine Regel zu behaupten. Trotzdem die directen Beobachtungen hiezu wenig Veranlassung geben, halte ich die Existenz elliptischer Meteorbahnen von kürzerer Umlaufszeit nicht allein für möglich, sondern sogar für wahrscheinlich, nur scheinen sie, soweit unsere Beobachtungsgrenzen reichen, relativ ungefähr ebenso wenig zahlreich, als die ana-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

logen Kometenbahnen. Man kann sich solche Bahnen auf ähnliche Weise entstanden denken wie jene der Kometen.

Für Meteoriten, welche mit sehr geringer Geschwindigkeit in die Anziehungssphäre der Sonne gelangen, also solche Hyperbeln beschreiben, welche der parabolischen Grenze nahe liegen, sind die Bedingungen der Störung durch die grossen Planeten ungefähr dieselben wie bei den Kometen. Es gelten also nahezu dieselben Sätze, welche Herr Callandreau jüngst entwickelt hat. Die relative Unwahrscheinlichkeit der nöthigen Annäherung an diese Planeten kann durch die Zahl solcher Meteore theilweise ausgeglichen werden, ähnlich wie bei den Kometen. Die Zukunft wird erst lehren, ob es gelingen wird, solche Fälle wirklich nachzuweisen. Vielleicht dürfen wir hoffen, einmal durch Beobachtungen dafür ebenso sichere Belege zu erhalten als wir solche für das Vorkommen der Hyperbeln schon besitzen.

Aehnliches mag hinsichtlich der Sternschnuppen gelten. Nach dem gemeinen Begriffe hat man unter Sternschnuppen lautlos verlaufende Meteorerscheinungen minderen Ranges verstanden. Später hat dieser Begriff eine Verschiebung erfahren, indem man die Sternschnuppen mit den Kometen in directen Zusammenhang brachte und ihnen einheitliche Geschwindigkeit zuschrieb.

Der scharfsinnigste Meteorforscher unserer Zeit, Prof. Schiaparelli, beginnt das IX. Capitel seiner grundlegenden Untersuchungen mit dem Satze: „Für die Erkenntniss der physischen Weltordnung ist die Frage von der höchsten Wichtigkeit, ob die Sternschnuppen und die Meteoriten einer und derselben Classe angehören.“ Leider ist die Möglichkeit diese Frage objectiv nach allen Richtungen zu prüfen ihm selbst, sowie allen Anderen, welche unbedingt an der Autorität dieses ausgezeichneten Astronomen festhalten, unendlich erschwert worden durch einen andern Satz, welcher das III. Capitel einleitet und welcher so lautet: „Wenn auch früher noch irgend welcher Zweifel über die fast vollkommene Gleichförmigkeit der absoluten Geschwindigkeiten existiren konnte, mit welcher die Sternschnuppen den der Erde benachbarten Raum durchlaufen, so ist jetzt dieser Zweifel verschwunden. Wir können mit vollem Vertrauen den Schluss ziehen, dass man diese Geschwindigkeit in jedem Falle als sehr nahezu gleich der parabolischen setzen kann.“ „Man kann hier in der That die für die Kometen giltigen Schlüsse auf die Sternschnuppen ausdehnen.“

Dieser Schluss gründet sich auf die vorher behandelten Beziehungen mehrerer Sternschnuppenströme, wie insbesondere der sogenannten Leoniden, Perseiden und Andromediden zu bekannten Kometen, sowie

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

auf allgemeine Betrachtungen über die Variation der Sternschnuppen. Allein jene und noch andere Sternschnuppenströme können gar wohl auch als besondere, in ihrer charakteristischen Form kurz andauernde Erscheinungen betrachtet werden, während die Art der täglichen und jährlichen Variation durch jene Meteore bestimmt ist, welche gleichsam sporadisch auftreten. Es ist mir wohl bekannt, wie die Entstehung der sporadischen Meteore aus Sternschnuppenströmen erklärt wird, ich finde jedoch keinen Grund diese Erklärungen als ausschliesslich zutreffend dann aufrecht zu halten, wenn unsere Erfahrungen in vielen Fällen denselben widersprechen.

Ich habe bis heute keine Veranlassung gefunden, die in Nr. 2222 und 2223 dargelegte Anschauung aufzugeben, dass die Erscheinungen der täglichen Variation quantitativ durch die parabolische Hypothese nicht gut erklärt werden, besser dagegen, wenn man annimmt, dass bei derselben Bahnen hyperbolischen Charakters vorwiegend Einfluss nehmen. Andererseits liegt, wie Herr Dr. Lehmann Filhés (Astr. Nachr. 2405) gezeigt hat, die Erklärung für die nach den Beobachtungen vermuthete Verdichtung der Radianten in der Richtung der Opposition (und Conjunction) mit der Sonne in dem Auftreten gestreckt elliptischer Bahnen — welche übrigens vom Charakter der Parabeln wenig abzuweichen brauchen —. Es hindert uns nichts für die sogenannten sporadischen Meteore hyperbolische und elliptische Bahnen anzunehmen, unter welchen vielleicht solche, welche sich dem parabolischen Grenzwerth am meisten nähern die häufigsten sind.

Sowie — es ist ja dies schon wiederholt erwähnt worden — in grosser Entfernung die bedeutende Erscheinung der durch die Atmosphäre ziehenden Meteoriten, detonirenden Meteore und Feuerkugeln den Eindruck von Sternschnuppen verursacht, so kann wohl auch umgekehrt der Erscheinung von Sternschnuppen in einzelnen Fällen ganz dieselbe Ursache zu Grunde liegen. Auch ist es vielfach nachgewiesen, dass gut berechnete Radiationspunkte von grossen Meteoren mit sicher bestimmten Radianten von Sternschnuppen zeitlich und örtlich ganz übereinstimmen Was sollte uns hindern, beide als Körper derselben Classe anzusehen, und wenn uns die Beobachtungen für jene hyperbolische Bahnen geben, solche auch für diese gelten zu lassen? Der Zusammenhang der charakteristischen Sternschnuppenströme mit den Kometen muss nicht angezweifelt werden, nur die kosmische Einheit des Sternschnuppenphänomens wird aufgegeben, wenn man, zwischen kometarischen und direct stellaren Sternschnuppen unterscheidend, letztere den Systemen derjenigen Meteoriten zuweist, welche in hyperbolischen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Bahnen aus den Sternenräumen bis zu uns gelangen. Die Frage der physischen Einheit der Sternschnuppen bleibt dabei bis zu gewisser Grenze eine offene, sowie auch jene, ob die uns bekannten kometarischen Sternschnuppenströme wirklich auch solche grössere Massen führen, wie solche als Meteoriten zur Erde gelangen. Dass wir darüber noch keinen bestimmten Nachweis besitzen, berechtigt wohl nicht vorschnell abzusprechen, allein es scheint in der That, dass grössere Massen, wenigstens in den uns am besten bekannten Strömen, nur in verschwindend kleiner Anzahl vorhanden sind.

Es ist schon mehrfach der Umstand hervorgehoben worden, dass auffallend reichliche Sternschnuppenschauer keine nachweisbaren Meteoritenfälle liefern, ja man kann sogar sagen, nicht einmal detonirende Meteore. Diese Thatsache wird mit jeder Wiederholung eines so bedeutenden Ereignisses auffallender, weil sich die Aufmerksamkeit der Astronomen und auch der grossen Menge in solchen Fällen jetzt noch viel mehr als früher dem Himmel zuwendet. Die „Leoniden“ und der Strom, welcher dem Kometen Biela zugeschrieben wird, haben in Zeiten, da die Meteorastronomie sich eines lebhaften Interesses erfreut, uns bereits einige Meteorschauer geliefert, gegen welche die in gewöhnlichen Nächten beobachtete Meteorzahl ganz verschwindend klein ist; aber von einem Meteoritenfalle in den betreffenden Epochen hat man nichts vernommen. Die „Leoniden“ kommen aus der Nähe des Apex, also mit sehr grosser Geschwindigkeit und enthalten zwar vielfach glänzende, aber nicht tiefgehende Meteore. Vielleicht wird eben das materielle Substrat derselben immer schon in grosser Höhe aufgelöst. Mir ist aus den Epochen der reichsten Leonidenfälle kein Fall eines tiefgehenden detonirenden Meteors bekannt geworden, dessen Radiant auf jenen im Löwen hätte zurückgeführt werden können. Dagegen sind streifenähnliche, durch längere Zeit wahrnehmbare Residuen allerdings nicht gar selten beobachtet worden.

Bei den Andromedids des Biela'schen Kometen ist die geocentrische Geschwindigkeit verhältnissmässig gering. Der Radiant liegt in solcher Elongation vom Apex, welche nach unsern Erfahrungen bei den Bahnen der Meteoriten nicht selten ist. Er befindet sich am Nachmittage, noch vor Einbruch der Nacht, in günstiger Stellung über dem Horizonte, so dass der Beobachtung des Niederfallens meteorischer Massen keine Schwierigkeiten entgegen stehen; er bleibt in unseren Breiten so ziemlich durch die ganze Nacht über dem Horizonte, so dass die zahllosen gelehrten und naiven Augen, welche das Schauspiel fesselt, reichliche Gelegenheit fänden, grosse nächtliche detonirende Meteore correspondirend zu beobachten.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Der Meteorschauer am 27. November 1885 lieferte während etwa 6 Stunden eine Meteormenge, welche pro Stunde, mit der mittleren stündlichen Zahl im Jahre verglichen, ungefähr das 1000fache betrug, also während eines Vierteltages mindestens soviel Meteore als durchschnittlich in $^{1000}/_4 = 250$ Tagen oder in etwa $^2/_3$ eines Jahres mit der Erde zusammentreffen. Auf einen solchen Zeitraum entfallen sonst durchschnittlich 2—3 Nachrichten über Meteoritenfälle. Wenn man auch diese Relativzahlen nur beiläufig gelten lassen will, so wäre es doch zu erwarten gewesen, dass sich am 27. November 1885 wenigstens Ein Meteoritenfall nachweisbar ereignete. Ganz Aehnliches gilt von der frühern grossen Erscheinungen dieser Art am 27. November 1872. Es ist aber, wie gesagt, gerade aus diesen Maximalepochen, so viel ich weiss, kein einziger Meteoritenfall bekannt geworden.

Dass reichere Meteoritenfälle, welche sich in den frühern Jahren im Laufe der ersten Decemberwoche ereignet haben, mit Auflösungsproducten des Biela'schen Kometen im Zusammenhange stehen können, ist doch nur eine unerwiesene Vermuthung.*) Uebrigens entfallen auf die Tage vom 1. bis 7. December von allen für diesen Monat nachgewiesenen 29 Fällen nicht mehr als 8, was keine besonders auffallende Anhäufung darstellt, denn auf die Woche vom 21. bis 27. December treffen ebenfalls 8. Es darf wohl auch hier auf jene Beispiele im II. Abschnitte dieser Abhandlung verwiesen werden, an denen ich gezeigt habe, wie leicht man sich täuscht, wenn man aus den Falltagen sofort auf einen weiteren Zusammenhang schliesst.

Für zwei andere sichere kometarische Ströme, die „Perseiden" und „Lyraiden", welche älter, d. h. minder concentrirt sind, gilt ungefähr, wenn auch nicht ganz im selben Grade, das hinsichtlich der „Leoniden" oben bemerkte, denn die geocentrische Geschwindigkeit ihrer Meteore ist ebenfalls sehr bedeutend.**)

---

*) Um diese Frage von allen Seiten zu beleuchten, sei erwähnt, dass, wenn man sich auf das Feld derartiger Vermuthungen begeben wollte, mit etwas mehr Berechtigung oder Wahrscheinlichkeit der Meteoritenfall bei Czaczak am 1. December 1889 in diesem Sinne gedeutet werden könnte, weil der von mir abgeschätzte Radiant nur etwa 16° von dem Biela-Radianten entfernt ist. Da die Abschätzung nur nach Schall und Form der Fallfläche vorgenommen wurde, so könnte das Resultat immer noch um so viel abzuändern sein. Allein dies ist eben auch nur eine vielleicht etwas mehr begründete Vermuthung.

**) Auch Schiaparelli sagt (S. 205 der deutschen Ausgabe seines „Entwurfes") von den Leoniden und Perseiden: „Diese beiden Meteorschauer stürzen auf die Erde mit solchem Ungestüm, dass die gänzliche Auf-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Zwar sind vom 8. bis 15. August 6 Meteoritenfälle überhaupt bekannt, aber dies ist eine auffallend geringe Zahl mit Rücksicht auf den alljährlich und oft sehr reichlich wiederkehrenden Strom. Nachgewiesen ist nur für Einen der Radiationspunkt. Die Meteoriten von Pillistfer, am 8. August 1863 nämlich, kamen aus einem Radianten im Löwen weitab vom Perseus.

Ganz das Gleiche, was hier in Beziehung der ausgeprägt kometarischen Ströme zu den Meteoriten gesagt wurde, gilt auch in Hinsicht der detonirenden Meteore, nur mit dem Unterschiede, dass von diesen mehr sicheres Beobachtungsmaterial vorliegt Ich kenne drei sichere Fälle detonirender Meteore am 13. und 15. November. Von diesen kam einer aus $\alpha = 84^0$ $\delta + 51^0$, einer aus $\alpha = 64^0$ $\delta = + 25^0$, der dritte aus $\alpha = 50^0$ $\delta = - 10^0$, alle sehr weit vom Radianten im Löwen. Hier kann die Unsicherheit nur einige Grade betragen. Von drei detonirenden Feuerkugeln am 26. und 27. November und 3. December konnte ich die Bahnen berechnen. Sie waren gerichtet aus $\alpha = 104^0$ $\delta = + 57^0$, $\alpha = 100^0$ $\delta = + 28^0$, $\alpha = 302^0$ $\delta = + 81{\cdot}5$, also ebenfalls weit vom Radianten in der Andromeda entfernt.

Aus der Augustperiode sind mir drei berechenbare detonirende Meteore bekannt geworden, vom 7., 10. und 11. August. Sie kamen der Reihe nach aus $\alpha = 264^0$ $\delta = + 53^0$, $\alpha = 132^0$ $\delta = + 22^0$, $\alpha = 294^0$ $\delta = + 28^0$. Man kann dabei unmöglich an Perseiden denken.

In die Epoche der Leiermeteore fällt das detonirende Meteor vom 21. April 1887, dessen Radiant $\alpha = 214^0$ $\delta = - 13^0 \pm 3^0$ war. Zwei andere vom 29. April (1865 und 1877) dürften mit ihrem Knoten schon etwas zu weit abstehen. Uebrigens kam das eine aus $\alpha = 75^0$ $\delta = + 48^0$, das andere aus $\alpha = 146{\cdot}5^0$ $\delta = \pm 0$. Die Radianten lagen also alle sehr entfernt von der Leier.

Mit diesen Schlussbemerkungen hatte ich nur die Absicht, welche man auch sonst in dieser ganzen Untersuchung nicht verkennen wird, zu verhindern, dass über einen Gegenstand, der noch eifriger Nachforschungen bedarf, die Acten allzufrüh geschlossen werden.

---

lösung ihrer Meteore in der Athmosphäre nicht gerade eine absurde Annahme ist.“ In der That kann man schwer einer der beiden Alternativen entgehen: Entweder enthalten diese Ströme überhaupt keine einzelnen grössern Körper oder letztere werden durch den aus der bedeutenden Geschwindigkeit hervorgehenden Widerstand in der Atmosphäre aufgelöst.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Anhang.

1. **Tieschitz.** 15. Juli 1878. 1^h 45^m. (Denkschriften der math.-naturw. Classe der k. Akademie der Wissenschaften in Wien. 34. Bd.)

Der Fall fand bei gänzlich bewölktem Himmel statt; das Meteor konnte also nicht gesehen werden. Auf Grund zahlreicher Mittheilungen über die Schallwahrnehmungen habe ich (a. a. O.) geschlossen, dass die Bahn aus beiläufig 108^0 Azimut und 40^0 Höhe kam, der scheinbare Radiant daher ungefähr in $\alpha = 68^0$ $\delta = +40^0$ lag.

---

2. **Toulouse.** 10. April 1812. 8^h 15^m. (Gilbert's Ann. Bd. 41 S. 445, Bd. 42 S. 111 u. 343.)

Die Daten, auf welche ich mich bei Abschätzung des Radianten insbesondere stützte, sind folgende:

Die Fallfläche der Meteoriten reichte von La Bordette (südöstliches Ende), 26 km nordwestl. von Toulouse bis La Pradère (nordwestliches Ende), war 3·6 km lang und 1 km breit und am NW-Ende fand sich das grösste Stück.

An der Fallstelle hörte man 3 Detonationen, dann ein Rollen gegen NW, das sich nach SE hin verlor. In Toulouse war das Intervall zwischen Licht und Schall $2^1/_2$ Minuten. In Gaillac und Albi glaubte man, das Pulvermagazin in Toulouse sei in die Luft geflogen. Die Detonation soll auch selbst noch in Castres, 85 km ESE vernommen worden sein.

Beobachter am Fallorte berichteten, die Feuerkugel sei von SE gekommen; andere schlossen aus der Art der Erleuchtung, dass sie zuerst in NW gewesen sein müsse. In Perigueux erschien das Meteor „an einem Theile des südlichen Himmels, wuchs zu Mondgrösse an und fiel schnell nach W herab.“ (Da die Fallstelle von Perigueux aus östlich von S lag, kann damit nur die Bewegungsrichtung gemeint sein.) Auch zu Bergerac sah man sie in SW herabfallen und am Horizonte verschwinden. (Die Fallstelle lag aber auch von hier aus östlich von S, also gilt wohl dieselbe Bemerkung wie früher.)

Das vielleicht überschätzte Intervall zwischen Licht und Schall am Fallorte würde etwa 30 km Höhe geben, wofür in Bergerac der Winkel noch 11^0 gewesen sein müsste. Es ist also wahrscheinlich, dass die Hemmungshöhe noch geringer war. Nach den Detonationen kann man die Richtung etwa über Castres nehmen, aus ungefähr 295^0 Azimut und weil sie sonst dort nicht mehr hätten vernommen werden

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

können, konnte die Neigung 20^0 kaum wesentlich übersteigen. Eine Annahme von 15^0 würde am besten darstellen, dass in Toulouse das Intervall für den nächstliegenden Bahnpunkt $2^1/_2$ Min. war. Ich schätze daher für die Bahn $A = 295^0$ $h = 15^0$ oder den Radianten in $\alpha = 205^0$ $\delta = -6^0$.

---

3. **Hraschina.** 26. Mai 1751. 6^h. (Haidinger in den Sitzber. der kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, 35. Bd. S. 361 u. 39. Bd. Nr. 4.)

Der Fall dieser Meteoriten gehört zu den wenigen älteren, bei welchen eine ziemlich gute Darstellung der Bahnlage noch möglich ist. Haidinger hat eine solche (a. a. O.) zu geben versucht. Eine eigenthümliche Combination unrichtiger Voraussetzung und das Uebersehen einzelner Umstände hat jedoch bewirkt, dass das Resultat recht weit von jenem abweicht, welches nach den vorliegenden Beobachtungen für das wahrscheinlichste gelten kann. Ich möchte daher auf diesen Fall hier etwas näher eingehen.

Die hierzu benützbaren Daten sind, nebst den Beobachtungen am Fallorte, jene aus dem 111 km fast in der verlängerten Bahnrichtung weiter östlich liegenden Szigetvár und aus Neustadt a. d. Aicha, welches weit seitwärts der Bahn liegt. Diese Position der Beobachtungspunkte ist eine für den vorstehenden Zweck so ausnehmend günstige, dass sie selbst unter Voraussetzung grösserer Beobachtungsfehler ziemlich gute Schlüsse gestattet. Es ist jedoch vor Allem nothwendig die höchst schätzenswerthe Beobachtung aus Szigetvár, welche Haidinger mit der zugehörigen Abbildung mitgetheilt hat, zu interpretiren. Das Azimut von Hraschina aus Szigetvár ist rund 93^0. In dem von letzterem Orte mitgetheilten Documente heisst es, man sah „gegen West mit einer kleinen Abweichung gegen Nord ein rasches Aufblitzen ohne Geräusch, welches unmittelbar in der Höhe der Luft eine Flamme zurückliess, ähnlich einer länglichen verschl. gestreckten Kette. Diese schien gerade gegen Westen gezogen zu werden.“

Ferner heisst es, dass oberhalb, unweit der weisslichen Wolke, welche an dem Orte der Flamme zurückgeblieben war, später der Abendstern erglänzte. Nach dem Falle erschien eine rauchähnliche Linie, welche sich später blitzähnlich ausbildete.

In der Abbildung, welche das Sehfeld mit einem Halbkreis begrenzt (links W, rechts O), ist die Situation beim Falle nun so dargestellt: Genau in W ist die Sonne angegeben, und zwar ganz nahe am Horizonte, bereits unter der Höhe der benachbarten Hügel. Weiter nördlich und wesentlich höher ist die Wolke, aus welcher die Feuer-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

kugel niederfuhr. Von dieser geht ein zickzackförmiger breiter Rauchstreifen schief herab, unter etwa 50—60°, in seiner Hauptrichtung gegen die Sonne — nur wenig weiter nördlich. Derselbe ist etwa $^2/_3$ so lang als der Abstand der Wolke von der Sonne. An dem untern Ende desselben ist die Feuerkugel gezeichnet; aus der Wolke sprühen Blitze. Es ist nun zu untersuchen, wie weit diese Darstellung dem bekannten positiven Factum des Falles bei Hraschina entsprechen kann.

Zur Zeit des Falles um 6^h stand die Sonne in 105° Azim. 15° hoch; sie war also bereits 15° über dem Westpunkt hinaus nach Nord. Das Wölkchen am Ende konnte von Szigetvár aus nicht weiter als 3° nördlich von West liegen, musste also 12° südlicher als die Sonne sein. Gerade das Umgekehrte ist in der Abbildung gezeichnet, u. z. selbst mit beiläufiger Einhaltung der Dimensionen. Das Bild ist also hinsichtlich der horizontalen Richtungen verkehrt gezeichnet, wie dies bei der Abbildung von Himmelsphänomenen oft geschieht. Sehr wahrscheinlich stellt es überdies die Erscheinung auch erst in einem viel späteren Stadium dar (der Streifen soll noch bis gegen 10^h sichtbar geblieben sein), weil die Sonne schon ganz am Horizont gezeichnet ist, während sie um 6^h noch 15° hoch stand und weil der Streifen gebrochen und gebogen dargestellt ist, während er nach Fig. 2 anfanglich gerade erschien. Es unterliegt keinem Zweifel, dass Letzterer die auf der Bahn zurückgebliebenen Residuen und somit die Bahnlage selbst bezeichnete. Dann kann aber das Wölkchen, in welches dieser Streifen oben endete und aus welchem die Blitze sprühten, nur den thatsächlichen Endpunkt darstellen, und die Bahn war also eine scheinbar aufsteigende, von einem Punkte etwas westlich der Sonne, etwa aus $\alpha = 68^0$ $\delta = +20^0$.

Die Lage des Endpunktes ist durch den Fall in Hraschina für Szigetvár in 93° Azim. gegeben. Die scheinbare Höhe kann nach dem Stande der Venus geschätzt werden. Diese ist ungefähr gleich hoch mit dem Wölkchen am (scheinbaren) obern Ende des Streifens gezeichnet. Um die Zeit nach Sonnenuntergang, da Venus sichtbar geworden sein konnte, stand sie in 101° Azim. und 23° Höhe, also nur 8° nördlich vom Endpunkte (auch dies beweist, dass die Figur verkehrt gezeichnet ist, da sie dort südlich davon angegeben erscheint, wo sie stand, als die Sonne noch am Himmel war). Für dieselbe scheinbare Höhe und die Entfernung des Endpunktes bei Hraschina von Szigetvár würde man finden, dass die lineare Höhe des Hemmungspunktes 45·6 km war, was vielleicht nicht ganz genau ist, für den gegenwärtigen Zweck aber ausreicht. Somit müsste der Endpunkt aus Szigetvár beiläufig in $\alpha = 75{\cdot}5^0$ $\delta = +18{\cdot}5^0$ erschienen sein.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Derselbe Punkt musste in Neustadt a. d. Aicha nur 3^0 hoch in 310^0 Azimut erblickt worden sein. Und da dort früher das Meteor am südlichen Himmel $30-40^0$ hoch erschien, so ist auch diese Bahn ungefähr bestimmt. Nimmt man, wegen der gewöhnlichen Ueberschätzung, die untere Grenze, so wäre die scheinbare Bahn für Neustadt: $\alpha = 148^0$ $\delta = -10{\cdot}5^0$ zu $\alpha = 204^0$ $\delta = -22{\cdot}5^0$ gegeben.

Die Verbindung der beiden Beobachtungen von Szigetvár und Neustadt a. d. Aicha liefert den scheinbaren Radianten in $\alpha = 60^0$ $\delta = +20{\cdot}5^0$. Demnach kamen die Meteoriten aus 102^0 Azimut mit 17^0 Bahnneigung zum Endpunkt. Die erste Wahrnehmung in Neustadt entspricht ungefähr einem Orte 190 km über der Gegend südwestlich von Sterzing in Tirol und die Bahnlänge von hier bis zum Endpunkte würde dann beiläufig 450 km betragen haben. Die Länge des zurückgebliebenen Streifens ergibt sich zu etwa 52 km und die Höhe seines obern Endpunktes nahezu 60 km.

---

4. **Villanova** (Casale). 28. Februar 1868. $22^h\ 30^m$—$22^h\ 45^m$. (Bulletino meteorologico etc. in Moncalieri. III. S. 21.)

Ein Meteor wurde nicht gesehen. Das grösste Stück fiel bei La Roletta, ein kleineres 2·35 km Süd 12^0 Ost bei Villanova, eine Menge kleiner Fragmente bei Motta dei Conti circa 0·3 km östlich von diesen Punkten. Die Detonationen wurden, ausser in Casale, am stärksten vernommen in der Gegend von Alessandria bis gegen Novi, Tortona und Acqui, d. i. bis ungefähr 7 g. M. SSE vom Fallorte. Dagegen liegen keine Berichte vor, dass sie nördlich davon gehört wurden.

In der sehr ausführlichen Abhandlung wird auf Voraussetzungen über das „Zerspringen" des Meteores und die hieraus erfolgte Zerstreuung hin, durch Rechnungen, welche nach unseren gegenwärtigen Erfahrungen nicht anwendbar sind, die Annahme aufgestellt, dass das Meteor aus NW (oder WNW) kam. Dem entgegen muss ich mich nach den obigen Daten ganz entschieden der Meinung des Autors eines Berichtes in der Gazetta Ufficiale anschliessen, welcher sich dahin ausspricht, dass er aus dem Vergleich aller gesammelten Nachrichten zu dem sichern Schlusse gelangte. dass die Meteoriten von SE hervorgekommen sind. In Ansehung der Lage der Stücke und der Schallwahrnehmungen könnte man am ehesten für das Azimut 335^0 nehmen. Die Neigung der Bahn ist schwerer zu schätzen. Sie kann jedoch (mit Rücksicht auf die nöthige Endhöhe) nicht wohl über 45^0 gewesen sein, sonst wäre es kaum denkbar, dass so weit vom Fallorte noch die Detonationen vernommen wurden. Andererseits würden sie bei sehr ge-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ringer Neigung wahrscheinlich (wie gewöhnlich) weiter nach rückwärts gehört worden sein. Ich nehme also etwa 30^0 als einen der oberen Grenze näher liegenden Werth. Hiernach könnte die Lage des scheinbaren Radianten in $\alpha = 340^0$ $\delta = -11^0$ geschätzt werden, nicht gar weit von der Sonne. Vielleicht ist dies auch der Grund, warum nirgends eine Feuerkugel gesehen wurde, trotzdem der Himmel als „heiter, mit Cirrus und Cumuli in NW und NE" geschildert wird.

---

5. **Blansko.** 25. November 1833. 6^h 30^m. (Baumgartner und Holger, Zeitschrift, III. Bd. Dr. Wankel im „Lotos" 1867: Mittheilung eines bisher ungedruckten Berichtes von Reichenbach.)

Reichenbach schreibt zwar, dass er über 100 Berichte über den Fall eingesammelt hat, theilt aber leider nur einige derselben mit, und sonst nur seine eigenen Schlussfolgerungen. Diese beziehen sich jedoch nur auf eine, wie es scheint allerdings sehr gute Feststellung der Richtung der Trajectorie, welche hiernach (Poidom, Jedownitz, Klepatschow, Lipuvka — hier dachte ein Fuhrmann, dass er und seine Pferde aus dem Walde mit Steinen beworfen werde) fast genau E—W oder Azim. 270^0 war. Leider kann man über die Neigung der Bahn nur Vermuthungen aussprechen. Es wird berichtet, dass ganz bestimmt erst nachdem das Getöse der schreckenerregenden Detonation vorüber war, ein Pfeifen und Zischen hörbar wurde, mit dem auch die Steine fielen. Dies lässt eine niedrige Lage des Endpunktes vermuthen, vielleicht nur 10 bis 15 km Höhe. In Schlesien — insbesondere wird Teschen genannt — sah man die Feuerkugel, eine intensive Helligkeit verbreitend, über den Scheitel hingehen. Da nun die Trajectorie etwa 30 km südlich von Teschen vorbeiging, so musste dort die lineare Höhe schon ziemlich gross sein, damit der Eindruck der Bewegung wenigstens nahe durchs Zenith erfolgte. Andererseits kann man wegen der angegebenen Lichtintensität die Höhe nicht allzugross nehmen. Gewöhnlich wird ein Zenithabstand selbst bis zu 20^0 schon einem Durchgang durch den Scheitel gleichgeachtet. Dies würde einer linearen Höhe von rund 96 km südlich von Teschen entsprechen und mit 15 km Endhöhe etwa $28-29^0$ für die Neigung der Bahn geben. Wollte man diese Bahnlage annehmen, so würde sie ($\alpha = 52{\cdot}5^0$ $\delta = +21^0$) auf den bekannten Radianten unweit der Plejaden hinweisen, welcher im November so zahlreiche grosse und detonirende Meteore liefert. Uebrigens gibt der äusserst interessante Bericht Reichenbach's über die, vielleicht einzig in seiner Art dastehende, systematische Aufsuchung von Fundstücken der Vermuthung Raum, dass man nur das östliche, minder ergiebige

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ende der Fallstelle aufgeschlossen hatte und dass einzelne grössere Massen weiter westlich, unbemerkt im Dunkel der Nacht, gefallen seien.

6. **Jowa City.** 15. November 1861. 10^h 30^m. (Irish im Report of the brit. assoc. 1877, S. 102.)

Nach dieser Mittheilung ist das Meteor von ungefähr 50 e. M. S. von Jowa City bis ungefähr 50 e. M. NW davon, also etwa 337^0 Azimut gekommen. Da das Intervall zwischen Licht und Schall nur 30 Sec. betragen haben soll, muss es sehr tief herabgegangen sein, bis auf etwa 10 km. Die Neigung der Bahn ist leider nicht angegeben. Oestlich, (d h. wohl an östlichen Orten?) erschien es 40^0 hoch mit langer Bahn. Darnach könnte der Radiant in etwa $\alpha = 50^0$ $\delta = -10^0$ vermuthet werden, welcher der obigen Trajectorie entspricht. Bei dieser Voraussetzung würde die Bahn aus ungefähr 120 km Höhe nahe 186 km lang (in 7 Sec. durchlaufen) beiläufig 27 km geocentrische und 43 km heliocentrische Geschwindigkeit geben, Resultate, welche allerdings wenig sicher sind.

---

7. **Stannern.** 21. Mai 1808. $17^1/_2$—18^h. (Gilbert's Annalen, 29. Bd. S 225.)

Die Längsaxe der Fallfläche, ungefähr 7·5 km lang, war nach Angabe der Orte: Otten und Peilenz, Lang-Pirnitz im Süden, Stannern, dann Dürre und Falkenau im Norden von S—N oder SSW—NNE gerichtet. Die grössten Steine fielen am nördlichen Ende. Am weitesten entfernt wurden die Detonationen gehört in Schrems (70 km südwestlich) und in Ober-Hollabrunn (87·5 km SSE). Die Bahn muss also in nicht gar zu grosser Neigung in dem Raum zwischen den beiden Orten hingegangen sein, etwa aus 12^0 Azimut, von Süd her. Die Neigung lässt sich nur vermuthen. Ueber der Gegend zwischen Schrems und Hollabrunn kann die Höhe nicht viel mehr als 50—60 km gewesen sein, da man sonst die Detonationen kaum gehört hätte. Rechnet man etwa 22 km Endhöhe ab, so mögen 30—40 km Senkung auf 70—90 km Entfernung vom Ende entsprechend einer Neigung von ungefähr 25^0 entfallen. Diese könnte aber auch geringer gewesen sein. Der Radiant dürfte sich also in der Gegend von $\alpha = 315^0$ $\delta = -15^0$ oder vielleicht noch etwas südlicher befunden haben. Merkwürdig ist es, dass dieser grosse Meteoritenschauer jedenfalls aus der Gegend des Apex herkam. Eine ausführlichere Analyse des Berichtes von Schreiber, welcher, durch verschiedene Nebenumstände getäuscht, gerade die entgegengesetzte Bewegungsrichtung annahm, behalte ich mir vor.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

8. **Agen.** 5. September 1814. Einige Minuten vor Mittag. (Gilbert's Annalen. 48. Bd. S. 395)

Dem ausführlichen Berichte ist Folgendes zu entnehmen: Die vier Gemeinden, in welchen Steine fielen, liegen in der Richtung N—S. Wie Augenzeugen dem Herrn Sct. de Amans berichteten, sei (bei sonst heiterm Himmel) ein Wölkchen völlig im Norden (etwas westlich) fast still gestanden, habe sich dann schnell gegen Süden bewegt, und hiebei zwei Nachzüge in der Luft gebildet, die die Landleute einstimmig mit langen Seilen verglichen. In Agen, welches 16 km südlicher liegt, erschien der Endpunkt höchstens 32^0—33^0 hoch. Da der früher erwähnte nachgezogene Doppelstreifen offenbar die Bahn bezeichnete, so musste diese eine scheinbar aufsteigende gewesen sein, und zwar aus nicht sehr grosser Höhe, weil er „lang" schien. Eine kleine Abweichung von Nord nach West in der Bewegungsrichtung wird auch von andern Beobachtern angegeben. Man dürfte daher nicht sehr viel fehlen, wenn man das Azimut der Bahn etwa zu 170^0 und die Neigung ungefähr zu 10^0 annimmt, welches einem Radianten: $\alpha = 358^0$ $\delta = 55^0$ entsprechen würde. Auch in diesem Falle dürfte der Hemmungspunkt sehr niedrig gewesen sein, kaum viel über 10 km.

---

9. **Mezö-Madarasz.** 4. September 1852. Zwischen 4^h und 5^h. (Sitzber. der k. Akad. in Wien. Bd. XI., S. 674.)

Die Richtung der Längsaxe der Streufläche war SW—NE. In SW waren nur kleine Fragmente, dann einige faustgrosse, am weitesten in NE der grösste von 18 Pfund. Am Fallorte kam der Schall aus SW. In dieser Richtung nach rückwärts wurden auch in grosser Entfernung (Nagy Enyed 64·5 km, Maros Ujvar, selbst in Karlsburg 89 km) sehr starke Detonationen vernommen. Im offenen Marosthale bei Deva etc. wurde auch eine parabolisch von SW—NE ziehende Feuerkugel beobachtet. Es ist somit kein Zweifel, dass die Richtung von SW her war, oder vielleicht mit Rücksicht auf die stärksten Schallerscheinungen etwas genauer aus Azim. 50^0. Hinsichtlich der Bahnneigung lässt sich jedoch nur eine obere Grenze abschätzen. Dieselbe kann nicht wohl über 45^0 gewesen sein, da sonst die starken Schallerscheinungen nach rückwärts nicht wohl begreiflich wären. Für etwa 30^0 würde sish ein Radiant in der Jungfrau ungefähr bei $\alpha = 190^0$ $\delta = \pm 0^0$ ergeben. Möglicherweise ist es derselbe wie für das grosse Meteor ($\alpha = 198^0$ $\delta = +11^0$) am 5. September 1872, welches nach den Mittheilungen von Irish in einer fast 1500 km langen Bahn

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

über Nord-Amerika hingezogen ist, doch scheint eine südlichere Lage wahrscheinlicher.

---

10. **Orvinio.** 30. August 1872. 17^h 15^m Römer Z.

Folgende Angaben entnehme ich dem von Heis (Wochenschrift, 1873, p. 230) mitgetheilten Auszuge aus der Abhandlung von P. Ferrari: Der Endpunkt in der Gegend von Orvinio ist durch das Auffinden von Stücken markirt. Eines derselben soll einen Hirten, der hernach ohnmächtig wurde, gestreift haben. Die Detonationen waren in der Gegend von Rom sehr bedeutend. Aus verschiedenen Mittheilungen stellte F. fest, dass das Meteor seinen Lauf durch das Zenith von Terracina, Piperno, Monte Fortino, Palaestrina, Zagardo, Tivoli nach Orvinio ($29{\cdot}8^0$; 42.7^0) nahm. Die Elevation wurde zu 27^0 ermittelt.

Die Schweifspur zeigte schraubenartige Windungen, was auf Rotation eines grösseren Stückes schliessen lässt. Die Angabe in der Abhandlung von Ferrari, dass die wirkliche Bahn bogenförmig war, lässt einige Zweifel an der Verlässlichkeit obiger Daten zu. Dieselben würden einem Radianten in $\alpha = 90^0$ $\delta = -14^0$ entsprechen.

---

11. **Lancé.** 23. Juli 1872. 5^h 27^m. (De Tastes in Comptes rendus. T. 75. S. 273. Nouel im Bulletin de la soc. Archeol. zu Vendôme.)

Verlässliche Daten über die Bahnverhältnisse sind sehr sparsam, obwohl sehr viel über den Fall geschrieben worden ist. De Tastes gibt, nach den Beobachtungen bei Champigny, Thilouze und Tours, eine Skizze der Trajectorie, welche knapp südlich an diesen Orten vorbei, bis Lancé, wo sich das grösste Stück fand, angenommen wird. Das Azimut dieser Linie wäre beiläufig 38^0. Ausser jenem bei Lancé wurden noch zwei kleinere Stücke, bei Blanchamp und bei Authon (Pont Loisel) gefunden. (Nouel a. a. O., Daubrée i. C. r. 72 Th. S. 308.) Das Letztere ist das kleinste und war 12 km vom ersten entfernt. Die gerade Verbindungslinie dieser beiden hat ein Azimut von 80^0 (Nouel). Man kann demnach wohl nicht mit Daubrée sagen, dass sich diese Richtung der von de Tastes angenommenen Trajectorie sehr nähere. Um auf diese wirklich zu schliessen, lassen wohl beide Daten eine gewisse Abweichung zu. Der Beobachter bei Champigny sah eine „lance de feu“ über sich von SW nach NE wegeilen, jener in Tours sah das Meteor zuerst im Süden, aber ganz nahe am Zenith. Nach solchen Beobachtungen kann wohl ebenso gut die Trajectorie ein wenig nördlich dieser Orte vorbeigehend angenommen werden, weil sich

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

unter derartigen Umständen nicht sicher feststellen liess, ob das Meteor den Meridian südlich oder nördlich passirte. Andererseits darf die Verbindungslinie zweier Stücke nicht ohneweiters für die Richtung der Bahn genommen werden, da die Stücke überhaupt auf einer länglichen Fläche ausgestreut werden, von deren Axe man erst sprechen könnte, wenn eine grössere Zahl aufgefunden worden wäre und auch dabei sind noch Verschwenkungen möglich. Da indessen, wie schon erwähnt, die von de Tastes angenommene Richtung nicht sehr sicher ist, so kann man vielleicht annehmen, dass ein mittlerer Werth von 59° Azimut sich weniger von der Wahrheit entfernen dürfte als die beiden anderen vorerwähnten.

Noch grösser sind die Widersprüche in der angenommenen Neigung. Denn während de Tastes zu dem Schlusse berechtigt zu sein glaubt, dass die Bewegung fast parallel zur Erdoberfläche war, ist Nouel der Ansicht, dass die Bahn mit der Vertikalen einen „sehr kleinen Winkel bildete, ganz sicher kleiner als 30°." Der Erstere stützt die Annahme darauf, dass die scheinbare Grösse in Tours als ziemlich bedeutend abgeschätzt wurde. Allein die Angabe: 2—4 Decimeter, lässt gar kein rechtes Urtheil zu.

Nouel schliesst aus den Schallwahrnehmungen auf eine sehr stark geneigte Bahn. Eine eingehendere Besprechung mir vorbehaltend, möchte ich nur erwähnen, dass die Erwägung aller Umstände mich veranlasst, die Neigung ungefähr zu 47°, also mehr in Uebereinstimmung mit dem Resultate Nouel's, anzunehmen. Hieraus würde sich für den scheinbaren Radianten die Lage $\alpha = 153^0$ $\delta = +18^0$ ergeben, aber diese Abschätzung bleibt immerhin recht unsicher. Erwähnenswerth ist übrigens noch, dass die meisten Beobachter schon eine Theilung des Meteors sahen, als es noch mindestens 90 km vom Endpunkte bei Lancé entfernt war. De Tastes spricht in der Notiz, welche noch vor Auffindung der übrigen Stücke geschrieben war, beständig von 2 Boliden, welche in einem gewissen Abstande hinter einander zogen. Nouel findet mit Unrecht alle diese Beobachtungen ungereimt, indem er, wie dies gewöhnlich geschieht, erst am Endpunkte eine Zertrümmerung durch Explosion annimmt.

---

12. **Pillistfer.** 8. August 1863. 0^h 30^m. (Grewingk u. Schmidt: Ueber die Meteoritenfälle von Pillistfer, Buschhof und Igast.)

Ich habe in den Verhandlungen des naturf. Vereines (27. Bd.) diesem Falle eine etwas ausführlichere Untersuchung gewidmet, so dass ich mich nun darauf beschränken kann, hier nur das Resultat derselben anzuführen. Ich kam zu dem Schlusse, dass die Meteoriten aus 329·5°

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Azimut und 42·5° Höhe kamen, wonach der Radiant in $\alpha = 167^0$ $\delta = +14{\cdot}5^0$ sich befunden haben mochte.

---

13. **Ceresetto** (Casale). 16. Juli 1840. $19^1/_2{}^h$. (Poggendorf, Annal. 50. Bd. S. 668.)

In Locate, 12·5 km südlich von Mailand, und in Golasecca, westlich am Tessin, wurde das Meteor von E nach W ziehend gesehen. Auf der Sternwarte in Mailand hörte man eine Detonation (einen donnerähnlichen Knall). Da Mailand über 90 km vom Fallorte nach ENE liegt, so muss man, da die Detonation doch vernommen wurde, annehmen, dass die Bahn beiläufig über die Gegend von Mailand ging und dass die Neigung eine geringe war Ich habe für das Azimut der Bahn 245° und für die Neigung 10° genommen, woraus man den scheinbaren Radianten in $\alpha = 151^0$ $\delta = +23^0$ folgern könnte. Dieser stimmt nahe überein mit jenem von Lancé. Allein da beide Bestimmungen innerhalb erheblicher Grenzen unsicher sind, so ist dem sehr wenig Gewicht beizulegen.

---

14. **Orgueil.** 14. Mai 1864. 8^h 9^m Par. Z. (Niessl: Untersuchungen über die Bahnverhältnisse des Meteoriten von Orgueil etc. Verhandl. des naturf. Vereines in Brünn. 18. Bd.)

Nächst dem Falle von Pultusk ist dieser am genauesten untersucht. Ich begnüge mich, auf die bezeichnete Abhandlung verweisend, anzuführen, dass der scheinbare Radiant in $\alpha = 86{\cdot}5^0$ $\delta = +24{\cdot}0^0$ lag, und die Bahn aus 106° Azimut bei 18° Neigung gerichtet war.

---

15. **Hessle.** 1. Jänner 1869. 0^h 30^m. (Poggendorf Annalen 141. Bd. S. 205.)

Die Fallfläche war in der Richtung S. 30° E 16 km lang bei 5 km Breite, die grössten Stücke fanden sich am nördlichen Ende. Man hat auch eine bogenförmig von S nach N ziehende Feuerkugel gesehen, so dass also, wenn man die Axe der Fallfläche ungefähr für das Azimut der Bahn nimmt, die Neigung nicht sehr gross gewesen sein kann. Hiernach scheint das Meteor aus dem „Wassermann“ oder „Schützen“ hergekommen zu sein. Für $A = 330^0$ $h = 15^0$ würde der Radiant in $\alpha = 315^0$ $\delta = -12^0$ zu nehmen sein.

---

16. **Bhawalpur,** oder bei **Khairpur** (Punjab, Indien). 22. September 1873. 17^h 10^m. (Report of the brit. assoc. 1873, 1874. S. 300, 1875 S. 237.)

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Es liegt zwar nur eine Beobachtung der Feuerkugel vor, da diese Bahn jedoch aus geringer Höhe aufsteigend und 140—150° lang erschien, kann die Lage des scheinbaren Radianten nicht sehr viel unsicher sein. Ein Beobachter in Khairpur (λ: 72·2°, φ; 29·9°) erblickte das Meteor zuerst in der Nähe des Sternes „Algenib" etwa 15° über dem Westhorizont, gleichsam als Haufen von einzelnen Meteoren, jedes heller als ein Stern erster Grösse; es zog dann südlich vom Zenith vorüber, unterhalb „Orion" und schien nahezu östlich etwa 20° hoch zu erlöschen. Nach $3^1/_2$—4^m hörte man Detonationen. Die Steine fielen auf einer Fläche 16 e. M. 35° S von E ausgedehnt und 3 e. M. breit, der grösste am weitesten östlich. Verbindet man das Azimut der Fallaxe, etwa 125°, mit der oben beschriebenen scheinbaren Bahn, so kann man schliessen, dass das Meteor ungefähr aus dem Radianten $\alpha = 334°$ $\delta = +27°$, in fast horizontaler Bahn herkam.

17. **Krähenberg.** 5. Mai 1869. 6^h 32^m. (Neumayer: Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien. 60. Bd. II. S. 229. Hiezu einige Bemerkungen in Verh. des naturf. Vereines in Brünn. 27. Bd.)

Herr Dr. Neumayer hat den Radianten aus zwei optischen Beobachtungen in $\alpha = 190°$ $\delta = +8°$ abgeleitet, wahrscheinlich nicht viel unsicher. Die Bahn war aus 298° Azimut gerichtet und 32° geneigt, womit die Schallwahrnehmungen übereinstimmen. Nach Neumayer müsste die helioc. Geschwindigkeit 67 km gewesen sein. Der Hemmungspunkt lag nicht höher als 8·2 km.

18. **Czaczak.** 1. December 1889. 2^h 30^m.

Die Ableitung des scheinbaren Radianten findet sich in diesem Bande der Verhandl. des naturf. Vereines. Da der Fall bei bedecktem Himmel stattfand, konnten nur die Wahrnehmungen über die Detonationen und die Streufläche benützt werden, aus welchen sich ergab, dass die Bahn ungefähr aus 248° Azimut 15° geneigt war, also aus $\alpha = 27°$ $\delta = +25°$.

19. **L'Aigle.** 26. April 1803. 0^h 45^m. (Gilbert's Annalen, 16. Bd. S. 44, nach dem Berichte von Biot.)

Die Streufläche hat eine von NW—SE (22°—30° v. N. g. W.) gerichtete Längsachse von 11 km Länge und eine 4·5 km lange Querachse. Das grösste Stück von $17^1/_2$ Pfund fiel am SE-Ende an der östl. Grenze. Weiter nach W und N fielen Stücke bis zu 3 Pfund und

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

in NW ganz kleine Theilchen von einigen Quentchen, aber zu Tausenden.

Die Feuerkugel wurde gesehen zu Caën, Pont-Audemer, Falaise und Verneuil, sowie westlich von Alençon. In diesem Aufsatze ist nur aus der letzteren Gegend, nämlich zwischen Saint Rieux und Prés en Pail, fast 10 M. SW vom Fallorte die Richtung des Meteors angegeben, indem es heisst „nach Mortagne zu" wurde eine Feuerkugel gesehen, „die nach N hin zu fallen schien."

Hinsichtlich der Detonationen heisst es zwar in dem Berichte, dass dieselben bis auf 30 Lieues in der Runde gehört wurden, aber dies scheint eine Verallgemeinerung zu sein, denn die Orte, welche Biot ausdrücklich bezeichnet, liegen alle auf der Westseite, zwischen SW und NW; nämlich, abgesehen von den unmittelbar am Fallorte gelegenen Punkten: Nonant und Merleraut (36 und 31 km WSW), Seez 44 km SW (Rollen und aufeinanderfolgende Donnerschläge — von Nord kommend), dann an der erwähnten Stelle westlich von Alençon, ferner in Falaise 67 km nördl. v. W und selbst in Caën 89 km WNW. Ja Biot berichtet, dass ihm ein Knabe erzählte, er habe die Detonation selbst 3 Lieues hinter Avranches (also fast 175 km genau W) gehört. Ueber der Fallfläche stand ein längliches Wölkchen, dessen Achse von W—E gerichtet war und welches sowohl in La Vassolerie wie in Boislaville (beide über 1 Lieue von einander entfernt) im Scheitel zu stehen schien.

Biot nimmt nun an, dass das Meteor aus SE kam, wegen des Streichens der Fallfläche und weil die grössern Stücke in SE lagen.

Den gegenwärtigen Erfahrungen gemäss muss man ungefähr das Entgegengesetzte annehmen. Die Anordnung der Stücke entspricht einer Bahn aus NW. Dies wird durch die Schallwahrnehmungen bestätigt und ergänzt. Die Wahrnehmung in Avranches wäre nur denkbar, wenn die Feuerkugel in sehr geringer Elongation von W hergekommen wäre. Allein diese Nachricht ist nicht ganz verbürgt. Sicher sind jedoch die Berichte aus Caën und Falaise. In dieser Hinsicht und wegen der Lage der Streufläche wird die Richtung WNW wahrscheinlicher. Nimmt man ungefähr die Richtung zwischen Falaise und Caën, etwa 110° Azim. und 15° Neigung, so wären die Detonationserscheinungen auf der Westseite noch ganz gut begreiflich. Dagegen spricht auch nicht die einzige etwas bestimmtere Nachricht von Saint Rieux über die Bahn. In späteren Erzählungen, z. B. bei Chladny heisst es freilich, man habe das Meteor allgemein von SE—NW ziehen gesehen. Davon ist aber speciell bei Biot nicht die Rede. Allerdings konnte sie aber in

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Caën und vielleicht auch in Falaise zuerst in SE erblickt worden sein, worauf sie weiter gegen E zog. Nach der obigen hypothetischen Bahnlage würde der Radiant ungefähr in $\alpha = 310^0$ $\delta = +24^0$ gewesen sein.

---

20. **Mócs.** 3. Februar 1882. 3^h 48^m. (Sitzungsber. der k. Akad. der Wissenschaften in Wien. II. 99. Bd. Februar.)

Ueber die astronomischen Verhältnisse bei diesem Falle habe ich, auf Grund der Beobachtungen des Meteores, der Detonationswahrnehmungen und der Verbreitung der Stücke auf der Fallfläche, eingehende Untersuchungen angestellt und die Resultate, welche ziemlich sichere sind, a. a. O. mitgetheilt. Hienach lag der scheinbare Radiant in $\alpha = 264^0$ $\delta = 40^0$. Das Meteor kam mit $18{\cdot}5^0$ Neigung der Bahn gegen den Horizont aus $129{\cdot}3^0$ Azimut.

---

21. **Marengo** (Jowa County). 12. Februar 1875. 10^h 30^m. (Leonard in Americ. journ. of sciences. Ser. III, X. S. 357.)

Die Hauptaxe der Fallfläche, etwa 7 e. M. lang, hatte beiläufig die Richtung S—N. Die beiden grössten Stücke: 74 Pfund und 48 Pfund waren am weitesten nördlich. Es wurden mehr als 300 Stücke gefunden, im Gesammtgewichte von 500—700 Pfund. Leonard nimmt das Azimut der Trajectorie 18^0 W von S. Ueber die Neigung findet sich kein Resultat. Aus der Discussion von acht a. a. O. angeführten Beobachtungen der Feuerkugel schliesse ich, dass der scheinbare Radiant in $\alpha = 104^0$ $\delta = -30^0$ gelegen war, wonach die Bahn $14{\cdot}5^0$ Azimut und $16{\cdot}5^0$ Neigung hatte. Diese Bestimmung der Bahnlage halte ich bis auf wenige Grade sicher.

---

22. **Erxleben.** 15. April 1812. 4^h. (Gilbert's Annalen, 40. Bd. S. 450.)

In Dessau sah man die Feuerkugel von SE nach NW gehen. In Preislitz hinter Cöthen hörte man eine starke wiederholte Detonation; ebenso selbst in Wörlitz, E von Dessau. Am stärksten war die Detonation in Magdeburg. Bei Erxleben wurde der Schall „halb aus Osten und Süden vernommen“ und eine lange schmale röthliche Wolke „von Morgen nach Mittag“ gesehen. Fast alle Orte, wo Detonationen vernommen wurden, liegen ESE vom Fallpunkte, die weitesten selbst 89 km entfernt. Nach den obigen Angaben könnte angenommen werden, dass die Bahn aus Azimut 305^0, ungefähr über die Gegend zwischen Cöthen und Wörlitz ging, und, in Ansehung der grossen Entfernung dieser beiden Orte von Erxleben, kann die Neigung nicht gross gewesen sein.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Als äusserste Grenze könnte etwa 20° gelten, weil man darüber hinaus in der Dessauer Gegend die Detonation kaum mehr hätte hören können. Nimmt man 10° als Mitte zwischen beiden Grenzen, so erhält man für den beiläufigen Ort des Radianten: $\alpha = 139^0$ $\delta = -12^0$.

---

23. **Ståldalen.** 27. Juni 1876. 23^h 50^m. (Nature 16. p. 238.)

Meine Abschätzung der Bahnlage ist auf folgende Berichte über das Meteor gegründet: Stockholm: Zuerst unter dem Zenith in NE oder NNE, dann zum Horizont in W. Gefle: Sich von NE—SW bewegend. Malmköping: Es schien vom Nordhimmel nach W zu ziehen und erlosch 25° hoch. Linköping: Zuerst sehr hoch in NE, sank es bis auf 10° in W herab. Skara: Es ging, dem halben Mond gleich, von E nach W. Hedemora: Man sah eigentlich zwei Feuerkugeln nahe beisammen vom Zenith nach W ziehen und hörte 1 Minute darauf starke Detonation. Solche ist auch erwähnt von Falun und von Gustafs und Stora Tuna, NE von Kopparberg. Mora: Es fiel in SSE. Karlsgoga: Hoch oben im Zenith zuerst gesehen; es sank dann gegen NW zu 30° Höhe. Karlstad: Es fiel gegen NE, wie eine fallende Rakete. Hoböl (in Dalsland): Zuerst sehr hoch am Himmel. Lysekil: Es schien gegen NW senkrecht zu fallen und endete ohne Detonation über dem Horizonte.

Nordenskjöld bezeichnet die Gegend von γ Cephei als Radiationspunkt dieses Meteoritenschwarmes, was wahrscheinlich nur auf einem Versehen in Bezeichnung des Sternbildes beruht, da dieser Stern ein wenig westlich von N, 55° hoch stand, während es aus den vorliegenden Beobachtungen, so unbestimmt die meisten auch lauten, doch sicher ist, dass das Meteor von der Ostseite hergekommen ist. Auch in dem ersten kurzen Bericht, welchen Report of the brit. assoc. 1877 p. 171 bringt, heisst es, „dass das Meteor über einen Theil Central-Schwedens in nordwestlicher Richtung hinzog", auch dass der Schall in der Richtung E—W vernommen wurde. Man kann nur sehr bedauern, dass bei diesem interessanten und so zahlreich beobachteten Meteoritenfall sich Niemand die Mühe genommen hat, genauere Daten einzuholen.

Bei sorgfältiger Vergleichung der Wahrnehmungen scheint es mir, dass ihnen eine Bahn entsprechen würde aus 285° Azimut und mit 29° Neigung, so dass der Radiant nahe bei γ Leonis in $\alpha = 155^0$ $\delta = +19^0$ gewesen sein mochte. Das Mittel aus den zwei Höhenschätzungen des Endes aus Malmköping und Linköping wäre etwa 41 km, doch ist darauf nicht viel zu geben, da die Höhen gewöhnlich

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

zu gross geschätzt werden. Unter diesen Voraussetzungen würde das Meteor NNE von Stockholm rund 141 km hoch gewesen sein. Eine Höhe von 400 km, wie sie Nordenskjöld für das erste Erblicken als unabweisbar nimmt, wäre zwar an und für sich nicht gegen die Erfahrung, sie ist aber dennoch sehr unwahrscheinlich bei einem am hellen Mittage beobachteten Meteor.

---

24. **Quenggouk,** Pegu. 26. December 1857. 14^h 36^m des Fallortes in 95^0 E. von Greenw. und 17^0 42′ n. Br. (Haidinger in den Sitzber. der kais. Akademie in Wien, 42. Bd. p. 301 etc.)

Einige englische Meilen südlich von Bassein, etwa 118·5 km Süd 10^0 W vom Fallorte (Haid. gibt 20 g. M., was aber nach dem beigegebenen Kärtchen zu viel ist) beobachtete Aylesbury das Meteor in N horizontal von W—E ziehend, einen langen, gleichfalls horizontalen Streifen zurücklassend (wovon eine hübsche Skizze gegeben ist). Die Höhe wurde zu 40—50^0 geschätzt. Die Zeit 3^h 30^m Morgens (27. December) ohne Uhr angegeben. Detonation wurde hier und in Bassein gehört.

In Nya-thaing-Kyoung, 5 M. südl. vom Fallorte, ging das Meteor scheinbar von SW—NE.

An Bord der Semiramis, 38 M. (geogr.?) WSW vom Fallorte, erschien es als grosser feuriger Körper mit langem Lichtschweife, der nach E hinabfiel. In einem Nachtrage wird gemeldet, dass das Meteor von WNW herabfiel.

Die Höhe in der ersten Beobachtung dürfte wohl, wie gewöhnlich, stark überschätzt sein. Wenn man den Mittelwerth 45^0 nimmt, würde der Endpunkt über 16 M. hoch erhalten werden. In Anbetracht der Detonationen wird man wohl annehmen können, dass die scheinbare Höhe nicht viel mehr als die Hälfte der angegebenen und die wahre etwa 8 M. betragen haben mochte.

Die erste Beobachtung würde demnach ungefähr einem grössten Kreise entsprechen, der den Horizont im Westpunkte trifft und dessen grösste Erhebung im Norden etwa 25 – 30^0 betragen haben mochte. Vergleicht man damit die beiden anderen Angaben, so ergibt sich, dass nur eine nahe horizontale Bahn denselben ungefähr entsprechen könnte, und zwar im Mittel aus allen drei Richtungen aus 82^0 Azimut, d. i. ein wenig südlich von West. Dies würde $\alpha = 47^0$ $\delta = -8^0$ geben. Freilich ist die wahrscheinliche Unsicherheit dieses beiläufigen Resultates etwa 11—12^0, es würde aber die Beobachtungen am besten darstellen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

25. **Little Piney,** Missouri. 13. Februar 1839. $3^h - 4^h$. (Poggendorf, Ergänzbd. I., S. 372.)

In Potosi (96·5 km, fast genau E) ging die Feuerkugel ein wenig südlich vom Zenith vorbei, in Caledonia (SW von Potosi) ein wenig nördlich vom Zenith. Der weiteste östliche Punkt, wo sie gesehen wurde, ist St. Genevienne (163 km nach E). Es folgt hieraus, dass das Meteor ziemlich genau aus E gekommen sein muss. Auch kann die Neigung nicht gross gewesen sein, da man die Feuerkugel sonst in den obigen, weit vom Fallpunkte entfernten Orte am hellen Tage schwerlich gesehen hätte. Die entgegengesetzte Wahrnehmung an den beiden ersteren nahe beisammen gelegenen Orten gibt eine relativ grosse Parallaxe. Die Höhe über derselben wird kaum mehr als 45 bis 60 km gewesen sein. Hiernach wäre 30^0 die äusserste Grenze der Neigung. Wahrscheinlicher ist eine noch geringere. Für Azim. 270^0 und etwa 20^0 Neigung würde der Radiant in die Gegend von $\alpha = 90^0$ $\delta = + 12^0$ fallen.

---

26. **Barbotan.** 24. Juli 1790. 9^h 30^m. (Buchner, die „Meteoriten“ etc. S. 44.)

Die Mittheilungen von Prof. Baudin in Pau lassen einige wichtige Schlüsse zu. Die Feuerkugel ging dort fast durch das Zenith gegen N. Das Territorium des Steinregens bei Juillac, Barbotan, Creon etc. liegt 60—70 km weiter, in der Richtung 20^0 E von N. Das Azimut der Bahn mochte also eben auch nahe 20^0 gewesen sein. Baudin hörte 3^m darnach die Detonation, welche lange fortdauerte und in den Pyrenäen (südlich) „wiederhallte“. Man kann die Höhe in der Gegend von Pau hieraus auf etwa 52 km schätzen. Nimmt man eine mittlere Endhöhe von ungefähr 20—30 km, so würde dies einer Bahnneigung von beiläufig 19^0 entsprechen, oder einem Radianten im Scorpion beiläufig in $\alpha = 245^0$ $\delta = - 24^0$.

Baudin gibt 2^s Dauer, was für eine circa 60 km lange Bahnstrecke auf 30 km geocentrische und 56 km helioc. Geschwindigkeit schliessen liesse.

---

27. **Rochester.** 21. December 1876. 8^h 43^m. (Newton und Kirkwood in Americ. journ. of science XIII. S. 166 und 207, ferner in Proceedings of the Americ. Philos. Society in Philadelphia. 16. März 1877.)

Dies ist eine der interessantesten Meteorbeobachtungen, von denen ich je gehört habe. In Bloomington glich das Meteor einem Schwarme von vielleicht 100 einzelnen Körperchen, manche scheinbar grösser als

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Venus. Detonationen wurden gehört in Illinois, dann überall in der Nähe von Bloomington, aber auch, wie es heisst, 9° weiter östlich in Erie und Concord in Pennsylvania. In Rochester fiel ein Stein, jedoch die ganze Meteorgruppe wurde noch beobachtet nördlich von Wooster über dem Erie-See. Schade, dass sehr genaue Nachrichten nicht vorliegen, denn es bleibt bei dieser merkwürdigen Erscheinung so Manches unaufgeklärt.

Nach den ziemlich übereinstimmenden Resultaten der Untersuchungen von Newton und Kirkwood war das Azimut der Bahn nahe 75°, von der Gegend von Topeca in Kansas bis etwa über Erie und noch weiter östlich, doch ist das Ende nicht sichergestellt. Nach Kirkwood war die Höhe über der SW-Spitze von Kansas ungefähr 110 bis 120 km und über dem Erie-See nördlich von Wooster etwa 146 km. Die Bahn war offenbar, wie auch Newton findet, sehr nahe horizontal. Nimmt man sie parallel zum Horizonte des letzterwähnten Punktes über dem Erie-See, so wäre darnach der scheinbare Radiant $\alpha = 330^0$ $\delta = -11^0$.

Was die angegebenen Höhen betrifft, so dürfte wohl jene über Kansas wesentlich zu vermehren sein. Da nämlich die Bahnlänge von dort bis über den Erie-See nicht weniger als 1000 e. M. oder mehr als 1700 km betrug, so würde sich bei horizontaler Bahn, mit Rücksicht auf die Erdkrümmung die Höhe am Anfange schon auf etwa 240 km stellen.

Wie die Resultate angegeben sind, müsste sich die Bahn, wenn sie geradlinig war, beiläufig bis in die Gegend NW von Wicomac der Erde bis auf ungefähr 30 km genähert, dann wieder entfernt haben, so dass sie in Bezug auf den Horizont des Punktes über dem Erie-See 4—5° aufsteigend war. Die mitgetheilten Beobachtungen sind ungenügend hierüber einige Sicherheit zu erhalten. Sollte mit der grösseren Annäherung der Steinfall in Rochester zusammenhängen? Da in dieser Gegend das Meteor bereits einen sehr in die Länge gezogenen Schwarm glänzender Punkte darstellte, so sind wahrscheinlich auf der ganzen 500 bis 600 km langen Strecke von hier bis Pennsylvanien Stücke herabgekommen, oder der grösste Theil derselben ist in der Atmosphäre aufgelöst worden.

---

28. **Tysnes.** 20. Mai 1884. $8^1/_2 - 9^h$. (Hans Reusch im Neuen Jahrbuch f. Mineralogie etc. Beilgbd. IV. S. 473.)

Die Feuerkugel wurde weit und breit gesehen, aber leider wurde nicht das Geringste veranlasst, um auch nur eine brauchbare, bestimmtere Beobachtung zu erlangen. Sämmtliche den Tagesblättern entnommene Mittheilungen bewegen sich in den weitesten Grenzen. Ueberdies wird

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

die ohnehin schon geringe Brauchbarkeit des Materials noch dadurch vermindert, dass der Verfasser die geographische Lage der vielen ganz unbedeutenden Beobachtungspunkte nicht bezeichnet.

In den Gegenden südöstlich vom Fallorte sah man das Meteor sich in der Richtung SE—NW bewegen, hörte einen starken Krach und sah einen langen weissen Rauch. In Skorpen, 10 km ESE vom Fallpunkte, sah es ein Beobachter zuerst in ENE und verfolgte es mit den Augen, bis es über den Fjörd zog. In Varaldsöen, 28 km circa NE, schien die Richtung E—W zu sein und man vernahm ein lang anhaltendes lautes Getöse. In Ulven, 29 km NNW vom Fallorte, war die Richtung NW—SE, ähnlich auch in Kuven. Es wurden auch dort die Detonationen gehört. Zu Os sah man die Feuerkugel etwa N—S gehen. In Fuse wurde sie zuerst in nordöstlicher Richtung, zuletzt in SW gesehen. Am Fallorte selbst wurde, wie dies sehr oft der Fall ist, wenn das Meteor aus grosser scheinbarer Höhe kommt, gar keine Feuerkugel gesehen, dort wurde aber nachgewiesen, dass die Steine erst kurz nach dem Schalle eintrafen, weshalb die Hemmungshöhe 20 km kaum überschritten haben mochte.

Nach sorgfältiger Vergleichung aller Mittheilungen habe ich angenommen, dass das Meteor mit einer mittleren Neigung von etwa 45^0 aus ENE, oder besser 240^0 Azimut hergekommen ist. Für eine nicht ganz geringe Neigung spricht u. A. auch die mehr gleichmässige Verbreitung des Schalles. Mit Rücksicht auf die Beobachtung in Skorpen, welche fast die einzige etwas bestimmtere ist, müsste jedoch die Bahn immerhin merklich von der Vertikalen abweichen. Der hiernach abgeschätzte Radiant wäre $\alpha = 280^0$ $\delta = +50^0$.

---

29. **Gütersloh.** 17. April 1851, gegen 8^h.

Haidinger hat in den Sitzb. d. kais. Akad. in Wien eine Mittheilung von Schmidt hierüber gebracht und den Schluss gezogen, dass die Bahn hiernach eine zum Horizont fast senkrechte war. Dies muss man auch beiläufig annehmen, da einerseits am Fallorte die Feuerkugel aus E nach SW gehend gesehen wurde, während ein anderer Beobachter, 44 km östlich, mit dem Gesichte gegen E durch einen Blitz hinter seinem Rücken aufmerksam gemacht, erst beim Umwenden gegen E das Ende der Feuerkugel sah. Indessen würde bei einem sehr nahe senkrechten Fall bei Gütersloh kaum der Eindruck der Bewegung von E her entstanden sein können. Nimmt man etwa 70^0 Neigung aus genau östlicher Richtung (Azim. 270^0), so würde dies für den Radianten rund $\alpha = 172^0$ $\delta = +48^0$ geben, welches Resultat vielleicht noch dadurch

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

wahrscheinlicher wird, dass in den meisten Radiantenkatalogen für diese Epoche in jener Gegend ein Radiant angegeben wird. (Schiap. Zez. April 10: 163 + 47; April 14: 168 + 47, Heis April 20: 160 + 49 u. A.)

---

30. **Knyahinya.** 9. Juni 1866. 4^h 56^m. (Haidinger in den Sitzungsber. d. kais. Akademie in Wien. 54. Bd. II. S. 200 u. 475.)

Haidinger schliesst aus der vergleichenden Betrachtung der eingelangten Mittheilungen, dass das Meteor aus 256·5° Azimut und 84° Elevation kam, also sehr nahe vom Zenith her. Die einzigen bestimmteren Nachrichten über die Lage der Bahn aus Eperies (genau E) Neigung 75° von N her, Unghvár (SSW) Neigung 84° von E her und Szent Miklos (N 86° W von K.) senkrecht in E würden miteinander verbunden ungefähr 235° Azim. und 77° Neigung geben, entsprechend einem Radianten $\alpha = 170$ $\delta \doteq +55°$.

Für das erste Erblicken ist a. a. O. die Höhe 57·5 km, für den Hemmungspunkt 11·7 km abgeleitet. Gewiss ging dieses Meteor sehr tief herab, aber als sehr sicher können letztere Daten wohl nicht gelten.

---

31. **Pultusk.** 30. Jänner 1868. Gegen 7^h. (Galle: Ueber die Bahn des am 30. Jänner 1868 beobachteten und bei Pultusk als Steinregen niedergefallenen Meteors)

Da diese epochemachende Untersuchung Jedem, der sich mit diesem Gegenstande befasst, genau bekannt sein muss, ist jede auszugsweise Wiedergabe überflüssig. Der scheinbare Radiant lag in 66° Azimut und 44° Höhe oder in 20° Länge und 12° nördl. Breite. Aus 27 Beobachtungen hat Dr. Galle die heliocentrische Geschwindigkeit zu 7·57 g. Meilen (56·2 km) abgeleitet.

---

32. **New Concord,** Ohio. 1. Mai 1860. 0^h 45^m. (Americ. journal of science. 30. Bd. S. 103 und 296.)

Prof. Evans hat über die Bahnlage Untersuchungen angestellt, welche jedoch, wie es scheint, ein sehr verlässliches Resultat nicht ergeben haben. Theils aus der Fallfläche (10 e. M. lang und 2·3 e. M. breit, gegen NW gerichtet), theils aus der Lage der Orte, an welchen der Schall am stärksten und aus der Nähe des Zenits vernommen wurde, endlich aus einigen Richtungsangaben schliesst Evans, dass das Azimut der Bahn 318° betrug. Ferner nimmt er an, dass der Endpunkt 40 e. M. (unwahrscheinlich hoch, jedenfalls in Folge der gewöhnlichen Ueberschätzungen!) gelegen war. Nach einer Beobachtung, etwa 20 e. M.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

vor dem Ende in Washington County soll dort die Höhe 43 e. M., also 3 e. M. Senkung auf 20 e. M., gewesen sein. Auf Grund einer späteren Beobachtung nimmt Evans die Bahn schliesslich horizontal. Das Mittel aus beiden Annahmen würde für die Neigung ungefähr 5^0 und für den Radianten $\alpha = 103^0$ $\delta = -31^0$ geben.

---

33. **Weston.** 13. December 1807. $18^h\ 15^m - 18^h\ 30^m$. (Gilbert's Annalen. 29. Bd. S. 353.)

In Weston schien das Meteor von Nord her aus einem unbewölkten Raume 10—15^0 über dem nördl. Horizonte fast senkrecht, nur ein wenig nach W geneigt, aufzusteigen. Es verschwand in Az. $= 15^0$ und 15^0 Zenithdistanz, der Sonne gleichend. Dauer 20 Secunden. Nach 20—40 Secunden hörte man zuerst drei starke Schläge, dann ein starkes Rollen 20 Secunden andauernd und in der Richtung zu Ende gehend, woher das Meteor gekommen.

Die Feuerkugel soll vor dem Verschwinden dreimal aufwärts geprallt sein. Die Steinfälle fanden statt in 6—10 e. M. äusserster Längsausdehnung in einer Richtung, nur wenig von der verschieden, welche das Meteor genommen hatte. Das grösste Stück fiel am weitesten südlich.

Wenn das Meteor in etwa $12{\cdot}5^0$ Höhe schon gesehen wurde, so musste der Radiationspunkt noch etwas tiefer gelegen sein. Nimmt man ungefähr die Mitte des bis zum Horizont noch reichenden Bogens für die scheinbare Höhe, also etwa $6{\cdot}5^0$, und die Bahn direct aus Az. 180^0, so wäre der Radiant in $\alpha = 357^0$ $\delta = +55^0$ anzunehmen. Die Höhe des Hemmungspunktes scheint nach dem angegebenen Intervall gering gewesen zu sein, nämlich etwa 11 km.

---

34. **Braunau.** 13. Juli 1847. $15^3/_4{}^h$. (Boguslawski in Poggend. Annalen. Ergänzb. IV. S. 120.)

Bei Gnadenfrei sah man die Feuerkugel zuerst dort, wo etwa $5^1/_2{}^h$ Abends die Sonne steht. Sie senkte sich gegen Süd und erlosch „ein Stück über dem Horizonte". Bei Freiburg wurde die Erscheinung zuerst gegen WSW wahrgenommen, in der Richtung von N nach S. Der Schweif hatte die Richtung NW—S. Bei Landeck erschien die Richtung genau N—S. Genaueres ist nicht aufzufinden.

Die erstangegebene Position in Gnadenfrei entspricht ungefähr 90^0 Azimut und 32^0 Höhe, und da ausdrücklich gesagt wird, dass sich die Feuerkugel noch senkte, so muss der Hemmungspunkt ganz bestimmt sehr tief gewesen sein, denn Braunau liegt nur 4 g. M. von Gnadenfrei, und wenn die Senkung auch nicht mehr als 9—10^0 betragen hatte, so

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

war der Hemmungspunkt nicht über 15 km hoch. Von Landeck liegt der Fallort ungefähr NW. Dass das Meteor dort Richtung N—S hatte, war nur dann möglich, wenn es zwischen NW und N herkam. Es musste aber auch noch westlich von Freiburg vorbeigegangen sein. Im Zusammenhalt aller Wahrnehmungen liesse sich das Azimut der Bahn auf ungefähr 150° schätzen, und dann mit Rücksicht auf die Wahrnehmungen bei Gnadenfrei die Neigung auf circa 25°. Hierbei würde die Länge der Rauchspur 20—30 km und die Höhe am oberen Ende ungefähr 26 km betragen haben. Damit würde die Mittheilung übereinstimmen (Gebauer im Jahresber. der schles. Gesellsch. 1848, p. 46), dass die Feuerkugel von Breslau aus unter etwa 20° Höhe erschien. Diese Bahnlage würde zu einem Radianten bei $\alpha = 221^0$ $\delta = +55^0$ führen. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass der Meteorit aus dem Radianten im grossen Bären kam, welcher von Greg für die erste Hälfte des Juli in $\alpha = 214^0$ $\delta = +55^0$, von Dening zu $\alpha = 216^0$ $\delta = +47^0$ und im Mittel aus einigen corresp. Feuerkugeln Anfangs August: $\alpha = 211^0$ $\delta = +53^0$ angegeben ist.

---

35. **Slavetic.** 21. Mai 1868. 22^h 30^m. (Haidinger, Sitzber. der kais. Ak. 58. Bd. S. 943.)

Nach den Berichten und Zeichnungen, welche von Haidinger a. a. O. mitgetheilt werden und nach den Folgerungen, welche er daraus zieht, müsste dieser Meteorit aus NE (die Skizze gibt genau N 45° E) und unter sehr geringer Neigung gegen den Horizont gekommen sein. Nimmt man für den Radianten 225° Azimut und etwa 10° Höhe, so würde dies $\alpha = 157^0$ $\delta = +37^0$ geben, eine allerdings nur beiläufige Bestimmung.

---

36. **Wessely.** 9. September 1831. 3^h. (Baumgartner, Zeitschrift. I. Band.)

Von allen hier angeführten Bestimmungen und Schätzungen leidet diese an den meisten Unsicherheiten. Es heisst, dass von SE her, aus beiläufig 80—100 Klafter ein schmales längliches Gewölk schnell gezogen kam". Es scheint hiernach, dass das Meteor ungefähr aus der Gegend zwischen der Sonne und dem Antiapex, näher diesem, etwa aus $\alpha = 254^0$ $\delta = \pm 0^0$, vielleicht auch etwas südlicher herkam.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn

Jahr/Year: 1890

Band/Volume: 29

Autor(en)/Author(s): Niessl von Mayendorf Gustav

Artikel/Article: Ueber die Periheldistanzen und andere Bahnelemente jener Meteoriten, deren Fallerscheinungen mit einiger Sicherheit beobachtet werden konnten 182-258