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

Bahnbestimmung zweier Feuerkugeln.

Von Prof. G. v. Niessl.

I. Das Ansonia-Meteor,

am 13. Jänner 1893 in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, nach einer photographischen Aufnahme.

Meines Wissens betrifft dieser Fall die erste grosse Feuerkugel, deren scheinbare Bahn so genau photographisch fixirt wurde, dass die Coordinaten irgend eines Punktes derselben mit aller Schärfe dem Bilde entnommen werden konnten, während eine hinreichende Anzahl correspondirender Beobachtungen weitere Schlüsse auf die wahre Bahnlage gestattet.

Es geschah dies durch Zufall; denn Herr John Lewis in Ansonia (Connecticut) photographirte Theile des Sternenhimmels, um nach dem „Cometen Holmes" zu fahnden. Hiebei hatte er das Auge am Okular des Fernrohres und sah das Meteor nicht. Erst beim Hervorrufen des Bildes auf der Platte fand er auf derselben das Photogramm der Meteorbahn. Er zog nun weitere Erkundigungen ein und erhielt zahlreiche zugehörige Beobachtungen, welche er Herrn Prof. H. A. Newton in New Haven zur weiteren Untersuchung überliess. Dieser seither leider verblichene hochverdiente Astronom hat im American Journal of Science (Vol XLVI, Sept. 1893, S. 161) alle gesammelten Nachrichten, sowie eine Vergrösserung des betreffenden photographischen Bildes veröffentlicht und erörtert. Auf die Bestimmung des Radiationspunktes hat Newton jedoch offenbar wenig Gewicht gelegt.

Bei dem Umstande, als in diesem merkwürdigen Falle ein scheinbarer Bahnbogen mit ungewöhnlicher Genauigkeit sichergestellt ist, bedarf es wohl keiner besonderen Rechtfertigung, wenn im Folgenden, mit Benützung der übrigen brauchbaren Beobachtungen eine den Umständen angemessene, etwas schärfere Bestimmung des Radianten versucht wird.

Aus dem von Newton a. a. O. mitgetheilten Beobachtungsmaterial sind hier alle wichtigen Angaben in abgekürzter Form angeführt worden.

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

Beobachtungen.

1. **Ansonia,** Conn. (73° 4′ 20″; 41° 20′ 40″). Hier wurde von Herrn J. E. Lewis das Photogramm des Meteors erhalten. Die äussersten der von Newton diesem Bilde mit Bezug auf die benachbarten Sterne entnommenen Punkte der Bahn haben folgende Lage: I. $\alpha = 1^h\ 33^m\ 15^s$ $\delta = +\ 33^0\ 48'\ 20''$; II. $\alpha = 0^h\ 13^m\ 52^s$ $\delta = +\ 32^0\ 27'\ 2''$.

2. **Boston,** Mass. (71° 4·9′; 42° 20·5′). Das Meteor verschwand zuletzt hinter einem Gebäude in 67° Azimut und 7° Höhe. Die Bahn erschien gegen den Vertikal nach S geneigt, u. zw. nach dreierlei Skizzen, zu 37°, 35° und 27°.

3. **Roslindale,** Mass. (71° 9′; 42° 17′). Nach dreierlei von einander unabhängigen Darstellungen war die scheinbare Bahn gegen die Vertikale gegen S zu geneigt um 58°, 63° und 68°.

4. **Hingham,** Mass. (70° 50′; 42° 10′). Die scheinbare Bahn verlief ungefähr in einer Linie, bestimmt durch die Richtung von den Plejaden durch Jupiter. Als das Meteor verschwand, war es ungefähr 5° südlich von W (A = 85°) und etwa 5° hoch. Der Beobachter bemerkt dazu ferner, dass es nicht viel oberhalb Jupiter (welcher 42° hoch beil. SW stand) zuerst sichtbar geworden sein konnte und dass der hellste Punkt 25° hoch, etwa im mittleren Theile der Bahn gelegen war.

5. **Concord,** Mass. (71° 22′; 42° 29′). Es entstand im Sternbilde des „Stier“ und endete im „Wassermann“. Von 70° zu 25° Höhe.

6. **Leominster,** Mass. (71° 44′; 42° 31′). Aus 40°—45° hoch in SW zog es in einem Bogen gegen N oder NW und verschwand 20°—25°. Später wurde brieflich die Anfanghöhe auf 25°—35° herabgesetzt.

7. **West Medford,** Mass. (71° 8′; 42° 25′). Es fiel fast senkrecht näher an WSW als W.

8. **Berlin,** Conn. (72° 46′; 41° 38′). Es dürfte etwa nordöstlich vom Zenit ausgegangen sein und einen Bogen von mindestens 90° gegen „2 Punkte südlich von W“ beschrieben haben.

9. **Branford,** Conn. (72° 49′; 41° 17′). Richtung SE—NW und „explodirte gerade über der Stadt“.

10. **Newtown,** Conn. (73° 18′; 41° 25′). Es fiel etwa nordwestlich ab, mehr westlich als nördlich in der Richtung von Poughkeepsie oder der Catskill-Gebirge.

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

11. **Danbury,** Conn. a) (73° 28′; 41° 23·7′). Beobachtung des Herrn Foubert. Als das Meteor in der Nähe der „Plejaden" angelangt war, „explodirte" es in rothe glänzende Fragmente nach allen Richtungen.

b) (73° 29′; 41° 25·6′). Beobachtung des Herrn Curtis. Durch einen Blitz angeregt, sah er gerade über seinem Kopfe das Meteor. Es war vollkommen stationär am Himmel. Einige Zeit nahm es an Glanz zu, dann wurde es schwächer und verschwand, ohne seinen Ort verändert zu haben. Dies mochte etwa 7^s gedauert haben.

12. **Bethel,** Conn. (73° 25′; 41° 22′). Nach der Explosion wurden 5 kleine Feuerbälle gerade ober dem Scheitel gesehen.

13. **Pawling,** N. Y. (73° 36′; 41° 38′). Es fiel fast vertikal, ein wenig östlich von S herab.

14. **Poughquag,** N. Y. (73° 41′; 41° 43′). Es fiel etwas östlich von S, so wie in die Berge von West-Pawling.

15. **Newburgh,** N. Y. (74° 1′; 41° 31′). Es fiel gerade gegen E, etwas östlich von dem Fishkill-Gebirge. Ebenfalls gerade in Ost wurde es gesehen in 74° 15′; 41° 28′.

16. **Nanuet,** N. Y. (74° 0′; 41° 5′). Es begann östlich vom Zenit, 65°—70° hoch und verschwand 45° hoch nordöstlich.

17. **New-York City.** Zuerst erblickt ein wenig östlich von N 16° E, ging es nach links unter einem Neigungswinkel gegen den Horizont kleiner als 45°. Ein zweiter Beobachter schätzte den Neigungswinkel zu 40°—45°. Es theilte sich in Fragmente zwischen E und NE, oder mehr östlich, was mit der ersten Angabe nicht recht stimmt.

Als Fallzeit nehme ich mit Newton 7^h 30^m für 75° westlich von Greenwich. Damit ergeben sich für die äussersten Punkte der in Ansonia photographirten Bahn: A = 76·9°, h = 69·1° und A = 90·6° h = 53·7. Ob der letztere Punkt zugleich der Endpunkt ist, kann möglicherweise bezweifelt werden*), aus der

*) Im Bilde hört die Bahn 2—3 mm. vom Rande auf, zeigt daselbst zwar keine explosive Erscheinung, aber bereits jene Verdickungen, welche in der Nähe des Hemmungspunktes gewöhnlich auftreten. Da jedoch die Tafel eine vergrösserte Copie der Originalaufnahme darstellt, so kann man nicht sicher sein, ob auch auf dieser die Bahn noch im Gesichtsfelde endete.

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

Vergleichung aller Beobachtungen lässt sich jedoch mit Bestimmtheit schliessen, dass der Endpunkt sehr nahe daran gewesen sein musste.

Um die wirkliche Lage dieses Punktes zu finden, sei es nun, dass er bereits der thatsächliche Hemmungspunkt war oder nicht, dienen am besten die Angaben aus der ziemlich nahe gelegenen Gegend von Danbury. Wenn Herr Curtis das Meteor völlig stationär gesehen hat, so musste für ihn der scheinbare Radiant mit dem Endpunkte zusammenfallen. Dies wäre nur dann möglich, wenn sich sein Beobachtungsort genau in der Ebene der Ansonia-Bahn befände. Diese Ebene traf den Horizont in in 104·5° Azimut von Ansonia, bei 80° Neigung. Das Azimut von Danbury b. aus Ansonia beträgt aber 107° 57′. Der Standpunkt des Herrn Curtis lag daher etwas nördlich der Bahnebene und es konnte daselbst also das Meteor nicht genau stationär erscheinen, doch kann die scheinbare Bahn in der That möglicherweise nur einige Grade betragen haben, so dass in Danbury b der Endpunkt doch nahe beim Radianten lag. Es ist daher eine vorläufige Ermittlung des Radianten hier am Platze.

Zu diesem Zwecke benütze ich die einzige Angabe, welche, ausser der von Ansonia, etwas bestimmter lautet und sich auf Sterne bezieht, nämlich jene aus Hingham, wonach die Bahnrichtung durch die Linie Plejaden-Jupiter bezeichnet wird.

Diese Bahn schneidet die aus Ansonia in $\alpha = 63^0\ 21'$ und $\delta = 26^0\ 37'$, welcher Ort vorläufig für den Radianten gelten mag. Nach der Beobachtung des Herrn Curtis müsste also wenigstens nicht weit davon in Danbury b auch der Endpunkt erschienen sein. Dies wird einigermassen auch durch die Angabe des Herrn Foubert (Danbury a) bestätigt, welcher sich nur einige Kilometer weiter südwestlich befand und berichtet, dass das Meteor in der Nachbarschaft der Plejaden „explodirte“.

Legt man durch Ansonia und Danbury eine Ebene, welche durch den scheinbaren Endpunkt der Ansonia-Bahn geht, so musste in derselben auch der zugehörige Punkt der scheinbaren Danbury-Bahn gelegen sein.

Derjenige Punkt, welcher in Ansonia das Ende der Bahn vorstellt, musste also aus Danbury gesehen, in einer Ebene liegen, die diese beiden Punkte und die letztere Position in sich enthält. Der Pol des entsprechenden Grosskreises ist $\alpha = 194^0\ 25'$ $\delta = 57^0\ 6'$ und dieser Kreis ist der geometrische Ort aller

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

möglichen Punkte, in welchen aus Danbury b das Ende gesehen worden sein konnte.

Soll nun unter Voraussetzung des vorhin angenommenen vorläufigen Radianten die von Herrn Curtis gesehene Bahn die möglichst kürzeste gewesen sein, so hat man jenen Punkt des erwähnten Kreises zu nehmen, welcher diesem Radianten am nächsten liegt und dies wäre $\alpha = 61^0$ $\delta = 24^0$, für den scheinbaren Ort des Endes in Danbury. Hieraus folgt für denselben $A = 323{\cdot}5^0$ $h = 69{\cdot}3^0$. Die Entfernung von Ansonia beträgt 30·3 km und es sind nun alle Daten gegeben, um die wirkliche Lage des Endpunktes zu bestimmen. Dessen Projection auf die Erde lag 22 km von Ansonia fast genau westlich, 11·3 km von Danbury b, daher in $\varphi = 41^0\ 21'$ $l = 73^0\ 21'$ und 30·0 km hoch.

Es beziehen sich diese Daten, wie schon erwähnt, auf das Ende des Bildes auf der Platte. Da jedoch die Bahn ohne Zweifel eine sehr steil abfallende war, musste in jedem Falle auch der wirkliche Hemmungspunkt ganz nahe dabei gewesen sein und der Vergleich mit den Höhenangaben aus den übrigen Beobachtungsorten lehrt, dass er auch kaum einige Kilometer tiefer gelegen sein konnte.

Wegen der Nähe dieses Punktes an Ansonia und Danbury kann die im Vorhergehenden vorgenommene vorläufige Abschätzung des Radianten und die hieraus gefolgerte etwas bestimmtere Lage für die Erscheinung in Danbury keinen nachtheiligen Einfluss haben, denn diese Daten müssten um viele Grade unrichtig sein, um die ausgemittelten Ergebnisse wesentlich zu beeinflussen.

Die vorstehende Ableitung stützt sich auf zweierlei von einander unabhängige Voraussetzungen, nämlich, dass die in Hingham bezeichnete Bahn ungefähr richtig ist und dass die von Herrn Curtis bei Danbury gesehene eine sehr kurze in der Nähe des Radianten liegende war. Das Resultat ist geeignet, der Beobachtung aus Hingham ein gewisses Gewicht zu verleihen. Dort musste der oben ermittelte Endpunkt (wegen der grossen Entfernung sehr genau) in $\alpha = 341{\cdot}2^0$ $\delta = -12{\cdot}5^0$ erschienen sein. Versucht man nun durch diesen Punkt und die für die Bahnrichtung bezeichneten Orte: Plejaden und Jupiter einen grössten Kreis mit möglichst kleinsten Abweichungen zu legen, so findet man, dass diese an den beiden letzteren Punkten kaum 1^0 betragen und man würde dann für den Radianten $\alpha = 63^0$

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

$\delta = + 26^0$ erhalten. Gleichwohl kann nicht übersehen werden, dass die noch vorliegenden übrigen Wahrnehmungen den Radianten wesentlich weiter gegen den Horizont herab verlegen würden.

Die noch einigermassen verwendbaren Berichte aus Boston, Roslindale, West-Medford, New-York und Nanuet geben theils Abschätzungen der scheinbaren Neigung, theils Höhenschätzungen, welche in der Regel sehr unsicher ausfallen.

Die erstgenannten drei Orte liegen so nahe beisammen und so weit von der wirklichen Bahn entfernt, dass die Erscheinung dort sich überall nahezu ganz gleichartig darstellen musste. Gleichwohl gibt Boston als Mittel aus dreimal wiederholten Schätzungen für die scheinbare Bahnneigung einen Winkel von 33^0 mit der Vertikalen, Roslindale dagegen ebenfalls aus drei Versuchen diesen Winkel zu 63^0, (!)*) während endlich aus West-Medford berichtet wird, dass das Meteor „fast vertikal" fiel. Diese Angaben, welche wie gesagt eigentlich fast ganz gleich lauten sollten, gestatten also einen Spielraum von etwa 60^0 und zeigen daher eine selbst für derartige Schätzungen sehr schlechte Uebereinstimmung. Ich habe als Mittelwerth 32^0 Neigung, u. zw. für den mittleren Punkt Boston angenommen. Der Endpunkt musste dort in $A = 59{\cdot}4^0$ $h = 7{\cdot}1^0$ erscheinen (nach dem Berichte verschwand die Feuerkugel in beiläufig 67^0 Azimut und 7^0 Höhe hinter einem Gebäude), d. i. in $\alpha = 346{\cdot}8^0$ $\delta = - 16{\cdot}9^0$. Ein durch diesen Punkt mit der angenommenen Neigung gegen die Vertikale gelegter Grosskreis hat in Bezug auf den Aequator den Pol $\alpha = 303{\cdot}5^0$ $\delta = 67{\cdot}5^0$ und schneidet die Bahn aus Ansonia in $\alpha = 83{\cdot}0^0$ $\delta = + 17{\cdot}8^0$.

Aus New-York liegen Schätzungen von drei verschiedenen Beobachtern vor, welche, in besserer Uebereinstimmung, für die scheinbare Neigung ungefähr 45^0 annehmen lassen. Der berechnete Endpunkt lag dort in $A = 216{\cdot}6^0$ $h = 19{\cdot}8^0$ (abgeschätzte Höhe: 25^0—30^0, also etwa $^3/_2$ der wirklichen). Der durch diesen Punkt gelegte grösste Kreis mit 45^0 Neigung gegen den Horizont hat in Bezug auf den Aequator die Lage, welche durch den Pol in $\alpha = 346{\cdot}1^0$ $\delta = + 39{\cdot}7^0$ ausgedrückt erscheint und er schneidet die Ansonia-Bahn in $\alpha = 88{\cdot}5^0$ $\delta = + 14{\cdot}7^0$.

---

*) Man wäre versucht anzunehmen, dass dort der Winkel gegen den Horizont gemeint war, allein der Bericht lautet in dieser Hinsicht ganz bestimmt.

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

In Nanuet ist der Anfang der Bahn östlich vom Zenit, 65°—70° hoch, das Ende nordöstlich, ungefähr 45° hoch bezeichnet. In Wirklichkeit erschien der Endpunkt in 244° Azimut, 25° hoch, d. i. in $\alpha = 133{\cdot}5^\circ$ $\delta = +\ 35{\cdot}3^\circ$. Die Höhe ist also wieder bedeutend überschätzt. Rechnet man, dass auch die Höhe des Anfangspunktes, wie dies beiläufig angenommen werden kann, nur $^2/_3$ der abgeschätzten, also etwa 45° in 270° Azimut betragen hatte, so giebt dies einen Bahnpunkt in $\alpha = 100^\circ$ $\delta = 27{\cdot}5^\circ$. Die durch diese beiden Punkte gelegte Bahn schneidet die aus dem Photogramm entnommene in $\alpha = 81^\circ$ $\delta = +\ 18{\cdot}9^\circ$.

Herr Foubert in Danbury (a) berichtete, dass die Bewegungsrichtung eine nordwestliche war. Dieser Ausdruck lässt nun allerdings einen so grossen Spielraum zu, dass die Angabe auf den ersten Blick nicht verwendbar erscheint. Da jedoch die Bahn ganz nahe am Radianten lag, kann selbst eine ziemlich grosse Unsicherheit hinsichtlich der Bewegungsrichtung noch hingenommen werden. Der berechnete Endpunkt ergibt sich in $\alpha = 71^\circ$ $\delta = +\ 28^\circ$ und ein von dort gegen SE nach rückwärts gezogener Grosskreis schneidet die Bahn von Ansonia in $\alpha = 76^\circ$ $\delta = +\ 21{\cdot}4^\circ$.

Aus diesen verschiedenen und stark abweichenden Bestimmungen habe ich nun versucht, den Radianten so abzuleiten, dass die Angabe aus Ansonia, welche gegenüber allen anderen offenbar fast unendlich grosses Gewicht hat, unverändert bleibt. Dies wird dadurch ausgedrückt, dass zwischen α und δ des Radianten eine streng zu erfüllende Bedingungsgleichung von der Form $\operatorname{tg} \delta = \operatorname{tg} d \sin (\alpha - a)$ besteht, worin a die Rectascunsion des aufsteigenden Knotens des scheinbaren Bahnbogens von Ansonia am Aequator und d der Winkel desselben mit dem Aequator (oder die Declination für $\alpha - a = 90^\circ$) ist. Da nun für den festbleibenden Grosskreis $a = 291^\circ\ 48'$, $d = 33^\circ\ 49'$ ist, so lautet die Bedingungsgleichung:

$$\operatorname{tang} \delta = 0{\cdot}6703 . \sin (\alpha - 291^\circ\ 48').$$

Durch dieselbe kann die eine Unbekannte, am besten δ, weggeschafft werden, wonach durch die Beobachtungsgleichungen noch α auszumitteln bleibt.

Das Resultat richtet sich nun sehr darnach, welche Gewichte man den verschiedenen benützten Angaben beilegt.

Prof. Newton, welcher, ohne die Einzelnheiten seiner Untersuchung mitzutheilen, annahm, dass der Radiant nur etwa 45°

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

über dem Horizonte gelegen war, scheint die Beobachtung aus Hingham, die einzige, welche den Verlauf nach Sternen angibt, gar nicht berücksichtigt oder ihr nur untergeordnetes Gewicht beigelegt zu haben. Nun ist zwar allerdings zu berücksichtigen, dass die Abschätzung der Richtung „Plejaden-Jupiter" eine ansehnliche Bahnverlängerung nach rückwärts darstellt, da Herr Noyes selbst erwähnt, dass er das Meteor erst in der Nähe Jupiters bemerkt habe. Wenn aber auch bei solchen näherungsweisen Verlängerungen der Grosskreis zuweilen erheblich verfehlt werden kann, so zeigt denn doch die vorhin betonte recht gute Uebereinstimmung mit dem Endpunkte, dass diese Beobachtung ein weit grösseres Gewicht verdient, als die übrigen, unter welchen (wie z. B. jene aus der Gegend von Boston) sogar eine Schätzungsunsicherheit von $^1/_3$ des Quadranten zu erkennen ist. Ich habe daher, nach früheren Erfahrungen, der Bahn von Hingham das Gewicht 4 beigelegt und nur jener von New-York noch das Gewicht 2, weil dort Abschätzungen der Neigung in guter Uebereinstimmung sind, allen übrigen das Gewicht 1.

Hieraus erhielt ich für den scheinbaren Radianten den Ort: $\alpha = 74^0 \pm 5^0$ $\delta = 22^0 \pm 1{\cdot}8^0$.

Dieses Resultat ist wesentlich von der früher angeführten Gewichtsannahme für die Beobachtung aus Hingham abhängig.

Würde man alle früher angeführten 5 Einschnitte in die feste Ansonia-Bahn als gleichgewichtig vereinigen, so wäre das Ergebnis für den Radianten: $\alpha = 78{\cdot}4^0$ $\delta = + 19{\cdot}9^0$.

Die nöthigen Verbesserungen an den Beobachtungen sind folgende:

Hingham: Die Bahn geht 2^0 südlich an Jupiter und $5^1/_2{}^0$ südlich der Plejaden vorbei.

Boston und **Umgebung:** Scheinbare Neigung der Bahn gegen die Vertikale: 26^0, Schätzungen der Beobachter: 37^0, 35^0, 27^0 in Boston, 58^0, 63^0, 68^0 in Roslindale, „fast vertikal" in West-Medford.

New-York: Neigung 29^0 gegen die Vertikale (Angabe 45^0).

Nanuet: Höhe in Ost: 49^0 (geschätzt 65^0—70^0, angenommen, mit Rücksicht auf Ueberschätzung: 45^0).

Danbury a: Bewegungsrichtung sehr nahe nach NW, wie berichtet.

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

Newton's Resultat weicht hievon wohl nicht unbedeutend ab. Selbstverständlich geht auch er von der Bedingung aus, dass der Radiationspunkt in dem durch das Photogramm aus Ansonia dargestellten Grosskreis liegen müsse. Durch eine Schätzung, deren Details er jedoch nicht mittheilt, gelangt er zu dem Ergebnisse, dass jener ungefähr 45° von dem östlichen Horizontalknoten dieser scheinbaren Bahn entfernt war, woraus rund $\alpha = 89^0$ $\delta = +15^0$ folgen würden. Diese viel weiter östlich liegende Position steht ganz und gar im Widerspruche mit der Beobachtung aus Hingham, denn der betreffende Bogen würde sehr weit an den Plejaden vorbeigehen.

Die Angabe aus Pawling, dass das Meteor „fast vertikal" herabgefallen sei, habe ich bei der vorstehenden Entwicklung nicht berücksichtigt, weil sie doch nur beiläufig genommen werden kann. Nachträglich gibt die Rechnung, dass die scheinbare Neigung gegen den Vertikal daselbst 26° betragen haben müsste. Die von Newton angenommene Bahnlage würde dagegen für Pawling eine Neigung von 63° gegen den Vertikal geben, also eine weit mehr der horizontalen als vertikalen Lage sich nähernde scheinbare Bahn, so dass jene Angabe dann ganz unbegreiflich bliebe. —

Wird unser zuerst abgeleitetes Resultat angenommen, so folgt daraus, dass die Bahn gegen den Endpunkt aus 302·5° Azimut mit 60·5° Neigung gegen den Horizont gerichtet war. Streng genommen wäre im Vergleiche zu dem früher vorläufig angenommenen Radianten nun eine neuerliche, aber doch nur ganz geringe Verbesserung des Endpunktes nöthig. Es ist umso eher thunlich sie zu vernachlässigen, weil es doch fraglich ist, wie weit die Erscheinung in Danbury b vom eigentlich stationären Zustande abwich. Der andere Beobachter (a) sagte, dass das Meteor eine „lange leuchtende trail" hinter sich hatte, eine Wahrnehmung, welche selbst noch mit Berücksichtigung der Parallaxe zwischen beiden Beobachtungsorten, die Wahrscheinlichkeit offen lässt, dass auch an dem anderen Orte der Endpunkt etwas weiter vom Radianten lag als zuerst angenommen wurde, etwa so, wie es die Rechnung schliesslich ergab.

Man kann nun, u. zw. mit geringer Unsicherheit, bestimmen, dass die auf die Platte des Apparates in Ansonia projicirte Bahn 14·8 km lang gewesen ist und dass der erste dort bezeichnete

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

Bahnpunkt 43·0 km hoch gelegen war. Dies ist nur ein kleiner Theil derjenigen Bahn, welche von den anderen Beobachtern gesehen worden ist. Den besten Aufschluss gibt hierüber die Angabe aus Hingham. Als das Meteor daselbst in der Nähe Jupiters bemerkt wurde, war es 158 km hoch und noch 165 km vom Endpunkte entfernt. Leider wurde dort die Dauer nicht abgeschätzt. Herr Curtis bei Danbury schätzte sie zu 7^s und ein Beobachter in New-York „at least" 5^s. Es lässt sich jedoch nicht bestimmt annehmen, ob die beiden Beobachtungen sich auf eben diese Bahnlänge beziehen, obgleich wohl die übrigen Beschreibungen vermuthen lassen, dass das Meteor in der zu Hingham bezeichneten Phase ziemlich allgemein beobachtet worden ist. Würde man dies gelten lassen, so könnte dann die geocentrische Geschwindigkeit im Durchschnitte zu 27·5 km abgeschätzt werden.

Das photographische Bild der Meteorerscheinung stellt einen bis nahe gegen das Ende zusammenhängenden und im mittleren Theile ganz scharf begrenzten, anscheinend völlig geradlinigen Streifen dar. In Folge der unvermeidlichen Krümmung der Bildfläche erscheint dieser Streifen an beiden Rändern der Platte, also auch im rückwärtigen Theile der Bahn etwas breiter und minder scharf. Am vorderen Ende, offenbar schon in der Nähe des Hemmungspunktes, ist diese Erweiterung viel bedeutender und hier erscheinen auch Discontinuitäten, indem sich einige (7—8) oblonge, hellere Partien, wenn auch durch Lichtschleier mit einander leicht verbunden, gleichsam absondern. Man bemerkt jenes perlschnurartige Aussehen, dessen so oft in den Berichten über Meteorerscheinungen erwähnt wird.

Es ist nicht gut zu erklären, dass ein einziger Körper wechselweise aufflammen und sich wieder abkühlen sollte. Die gelegentlich vorkommende Deutung durch Rotation oder Wendung des Körpers kann nicht standhalten. Werden mehrere Partikel hintereinander angenommen, so können sich die Verhältnisse gegen Ende der Bewegung bereits so gestaltet haben, dass sie, hinlänglich weit getrennt, jeder seinen besonderen Luftballen vor sich haben konnte und jeder gleichsam eine besondere Feuerkugel bildete. Es kann aber auch vorkommen, dass kleinere Körper sich hinter den grösseren gleichsam im Schutze befinden, wie man sie ungefähr auch auf der Fallfläche gelagert antrifft. Wird der Vorderste durch den Einfluss von Druck und Hitze etwa aufgelöst, so kömmt der Nächste an die Reihe, welcher jedoch in diesem Momente noch

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

nicht die gleiche Leuchtkraft besitzt, sondern sie unter dem Widerstande erst, freilich sehr schnell erlangt. Auf diese Weise könnte man ein Meteor an mehreren Stellen der Bahn besonders aufleuchten (explodiren) sehen.

Es sind dies entweder mehrere Phasen eines und desselben Körpers, oder das Meteor hat damals schon aus mehreren, in einiger Entfernung hinter einander befindlichen Stücken bestanden. Der Beobachter in Bethel gibt auch an, dass er über seinem Scheitel fünf leuchtende Bälle von blauweisser Farbe gleich dem elektrischen Lichte gesehen habe. In der That war dieser Beobachter am allernächsten an der Projection des Hemmungspunktes (nur etwa 7½ km entfernt) und das Ende musste ihm in ungefähr 70° Höhe erscheinen.

Die scheinbare Breite des Lichtbandes am Ende der Bahn in einer Entfernung von rund 40 km von Ansonia beträgt 5—6 Bogenminuten, entsprechend einer reellen Ausdehnung von kaum 70 m. In der Mitte der Bahn bei etwa 41 km Entfernung ist die scheinbare Breite des Streifens nur ungefähr ½′, woraus man auf nur 6 m Durchmesser der leuchtenden Sphäre an dieser Stelle zu schliessen hätte. Vermuthlich war der eigentliche Meteorkörper sehr klein, doch scheint aus diesen relativ sehr sicheren Bestimmungen doch auch hervorzugehen, dass die scheinbaren Durchmesser solcher glänzenden Lichtkörper bei Betrachtung mit freiem Auge erheblich überschätzt werden.

Für eine geringere Masse spricht übrigens auch der Umstand, dass wirkliche Detonationen nicht nachgewiesen sind, denn die aus einigen Orten erwähnten, pistolenschussartigen Schallwahrnehmungen stellen schon an sich nicht das dar, was man in solchen Fällen zu erwarten hat und überdies fallen sie mit der Lichterscheinung völlig oder bis auf einige Sekunden zusammen. Man kann sie daher ohneweiters in das Bereich der in solchen Fällen sehr häufigen Sinnestäuschungen rechnen.

Prof. Newton hat durch Messung gegen die Vergleichssterne untersucht, ob eine Abweichung der Lichtbahn im Bilde vom Grosskreis sich als nachweisbar herausstellt, ob also eine durch diese schärferen Hilfsmittel erkennbare reelle Bahnkrümmung vorhanden war. Man kann den Erfolg als negativ bezeichnen.

Verbindet man die beiden äussersten Punkte durch einen Grosskreis, so zeigt sich für die mittleren Partien eine Abweichung

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

von 25″ in dem Sinne, dass die hohle Seite der Curve nach aufwärts gerichtet gewesen wäre, also im entgegengesetzten Sinne der Schwerewirkung. Da jedoch, wie Newton hervorhebt, die mittlere Unsicherheit der Abmessungen aus Versuchen sich auf ungefähr 15″ herausstellte, so ist diesem Resultate gar kein Gewicht beizulegen, denn es müssen nicht gerade die Endpunkte fehlerfrei sein. Legt man den Grosskreis nicht durch diese, sondern so, dass die Abweichungen sich mehr ausgleichen, so erscheint keine grösser als 15″.

Da dieses Meteor hinter der Erde hergezogen kam, so war seine relative Geschwindigkeit jedenfalls eine nicht allzugrosse, auch wenn die heliocentrische Bahn eine Hyperbel gewesen ist. Aber selbst für die parabolische Geschwindigkeit bleibt diejenige Krümmung, welche in dem photographirten Bahnstücke durch den Einfluss der Erdschwere herbeigeführt worden war, bei den von Newton selbst angegebenen Fehlergrenzen von 15″ gänzlich unnachweisbar.

Durch den Widerstand der Luft wird nun wohl die Geschwindigkeit namentlich in den unteren Schichten vermindert. Man kann jedoch leicht ausrechnen, dass, wenn angenommen wird, es wäre durch die Messungen eine Abweichung von ungefähr 20″ eines etwa 5 km langen Abschnittes am Ende der Bahn vom Grosskreise, im Sinne der Schwere, bereits mit Sicherheit noch nachweisbar, die entsprechende Geschwindigkeit an dieser Stelle bereits auf 1500 m herabgemindert gewesen sein müsste.

Man kann diese Schlussfolgerung auch umkehren. Da das Bild irgend eine derartige Krümmung im vorliegenden Falle nicht erkennen lässt, so ergibt sich, dass die Geschwindigkeit selbst in den letzten wenigen Kilometern vor der gänzlichen Hemmung grösser als 1·5 km gewesen sein muss, so dass die Hemmung in der That nahezu als momentanes Ereigniss anzusehen ist.

Die Dauerschätzungen, welche sich gewöhnlich auf sehr grosse Bahnstrecken beziehen, geben, abgesehen von ihren sonstigen Unvollkommenheiten, im besten Falle nur einen Durchschnittswerth der Geschwindigkeit. Dagegen gibt es verschiedene Momente, aus welchen Diejenigen, welche dieser Sache eingehendere Studien widmen, schon längst den Schluss gezogen haben, dass die Meteore ganz nahe an den Hemmungspunkt mit sehr grosser,

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

planetarischer Geschwindigkeit gelangen. Die hier mitgetheilten Resultate sind geeignet diese Ansicht zu bekräftigen.

Ich habe dies hier berührt, um der Meinung zu gedenken, welche sich in letzterer Zeit von hervorragender Seite bei Erklärung der Detonations-Erscheinungen geltend zu machen suchte, dass nämlich, auch nicht beiläufig genommen, ein sogenanntes „Vacuum“ in dem Raume hinter den Meteoriten entstehen könne. Diese Anschauung geht von der falschen Voraussetzung aus, dass die Geschwindigkeit der Meteore durch den Luftwiderstand derart allmälig vermindert werde, dass sie im letzten Theile der Bahn geringer als die Einströmungsgeschwindigkeit der Luft in den leeren Raum würde. Alle bisherigen Erfahrungen, welche das Gegentheil beweisen, finden in dem photographischen Bilde des Ansonia-Meteors eben wieder ihre Bestätigung.

Wenn die Geschwindigkeit, wie vorhin beiläufig angenommen wurde, in diesem Falle wirklich ungefähr 27·5 km war, so betrug dieselbe, befreit vom Einflusse der Erdschwere, nur mehr 24·6 km und der Radiationspunkt war in Wirklichkeit um 1·7° tiefer gelegen also in $\alpha = 75{\cdot}5^0$ $\delta = +20{\cdot}8^0$ oder in 76·4° Länge und 2° südlicher Breite.

Die Länge der Sonne war 293·9°, damit ergibt sich die scheinbare Elongation von Apex zu 127·5° und die heliocentrische Geschwindigkeit zu rund 48 km. Der Ort des wahren Radianten war dann nur 23·8° vom Antiapex entfernt.

Die Länge des aufsteigenden Bahnknotens auf der Ekliptik war 113·9° und die Bahnneigung $i = 1^0$. Hieraus würde sich mit der angenommenen Geschwindigkeits-Hypothese ergeben, dass das Meteor aus einem Punkte des Weltraumes in 23·6° Länge und 1° südlicher Breite gekommen wäre. Diese von der nur höchst unsicher ermittelten Geschwindigkeit abhängigen Daten können jedoch nur als ganz beiläufig gelten.

Der Radiationspunkt des Ansonia-Meteors zeigt eine grosse Annäherung zu dem einer hellen, am 13. December 1888 in Böhmen beobachteten Feuerkugel (Verh. des naturf. Vereines 27. Bd.), für welchen ich den scheinbaren Ort in $\alpha = 78^0$ $\delta = +22^0$ gefunden habe.

Der geringe Unterschied, trotz der Differenz eines Monates in der Jahresepoche (Knotenlänge), ist ganz wohl begründet, da

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

der Radiant um diese Zeit in der Nähe seines Wendepunktes liegt. Dort fand ich für die heliocentrische Geschwindigkeit 53·7 km und unter dieser Voraussetzung ergab sich der kosmische Ausgangspunkt im Weltraum in 36° Länge und 1° südlicher Breite. Der grösste Theil des Unterschiedes gegenüber der vorhin gefundenen Position ist in den nicht übereinstimmenden Geschwindigkeitsannahmen gelegen. Gehören beide Meteore zum selben System, so müssen die heliocentrischen Geschwindigkeiten sehr nahe identisch sein. Rechnet man aber den Ausgangspunkt des Ansonia-Meteors auch mit 53·7 km, statt mit 48 km, Geschwindigkeit, so erhält man als Ausgangsort 32° Länge und 1° südlicher Breite, so dass der Unterschied von 4° völlig innerhalb der mittleren Fehlergrenzen liegt. Immerhin wäre es jedoch auch nicht unwahrscheinlich, dass die Rectascension des Radianten um einige Grade grösser zu nehmen wäre, entsprechend der oben berührten Alternative, welche aus der Annahme gleicher Gewichte hervorgeht.

Ich habe a. a. O. auch noch weitere Beziehungen zu Radianten im October und November angedeutet, welche hier ebenfalls in Betracht kommen, so dass das System eine Erweiterung vom October bis Jänner mit entsprechender Verschiebung des Radiationspunktes erfahren würde.

II. Feuerkugel,

beobachtet am 14. August 1893 in Italien.

Im Bollettino mensuale der Societa meteorologica Italiana Vol. XIII. Ser. II. 9. finden sich hierüber folgende Mittheilungen:

1. **Chignolo-Po** bei Pavia 8^h 7^m Abds. Anfang, gesehen in der Mitte zwischen α Ophiuchi und β Herculis. Die weitere Bahn ging über α Coronae, durch den oberen Theil des Bootes bis in die Jagdhunde. Zuletzt theilte es sich in 4—5 Stücke. Die Bewegung war sehr langsam, der Glanz, selbst in der Dämmerung noch lebhaft. Farbe weiss. (Prof. Pietro Maffi.)

2. **Biella** (25° 42′; 45° 34′) 8^h 8^m Ortszeit. Das Meteor wurde zuerst bemerkt in der Nähe des Aequators unterhalb α Aquilae und indem es sich östlich bewegte, entfernte es sich in Declination nur um einige Grade gegen Nord, indem es sich unterhalb des Delphin in gerader Linie gegen den Pegasus bewegte. Es durchlief einen Bogen von 30—35° in 3—4^s und

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

erschien etwa 4—5 mal so glänzend als Venus, obgleich das Dämmerlicht noch so hell war, dass man Sterne noch nicht sehen konnte. Es hinterliess einen Schweif von 5—7° Länge und zeigte während des Laufes einige deutliche Schwankungen der Lichtstärke. (Felice Bora.)

3. **Turin** 8^h 3^m. Das Meteor entstand südlich vom Zenit nahe am Meridian, etwas weniger hoch als der Polarstern und nahm die Richtung gegen N, indem es einen nicht grossen Bogen beschrieb. Es war grösser als Venus im grössten Glanze und grünlich-weiss. (O. Zanotti-Bianco.)

4. **Castel Maggiore** (29° 4′; 44° 34′). Es nahm seinen Ausgang genau von α Bootis und endete hinter Coma Berenicae in grosser Helligkeit, ungeachtet der noch lebhaften Dämmerung. (A. Lodi.)

Obschon der Endpunkt wohl nirgends genau bezeichnet erscheint, so lässt sich derselbe doch, weil er augenscheinlich zwischen Chignolo-Po und Biella und daher, wie auch die grossen scheinbaren Höhen erweisen, nahe an den beiden Orten gelegen war, ohne beträchtlicher Unsicherheit ausmitteln. Die beste Uebereinstimmung liefern die Annahmen, dass derselbe in Biella unter A = 290° h = 25° und in Chignolo Po etwa in A = 116° h = 40° erschienen war. Der erstere Punkt lag einige Grade unter ε Pegasi in geringer nördlicher Declination, der andere unweit α der „Jagdhunde“. Beide Annahmen entsprechen daher den zugehörigen Berichten. Die Beobachtung aus Castel Maggiore kann für den Endpunkt nicht verwerthet werden, weil in Anbetracht der grossen Entfernung, die Bezeichnung zu unbestimmt lautet.

Aus den obigen Annahmen würde nun folgen, dass der Hemmungspunkt rund 30 km über der Gegend nördlich ganz nahe am Vigevano gelegen war. Man kann nun hieraus schliessen, dass derselbe aus Castel Maggiore in A = 112° h = 7°, das ist unter Coma Berenices erschienen ist.

Zur Bestimmung des Radiationspunktes liefern Chignolo-Po und Castel Maggiore sichere Anfangspunkte der betreffenden Bahnen. Es wurden für den ersteren Beobachtungsort der Angabe gemäss α = 254° δ = + 16° und für den letzteren der Ort des Arcturus selbst genommen. In Biella wurde der Anfang der Bahn nur beiläufig bezeichnet und demgemäss ungefähr in der Mitte zwischen α Aquilae und dem Aequator angenommen.

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

Mit den berechneten scheinbaren Positionen des oben ermittelten Endpunktes ergeben sich dann folgende drei Bahnen:

	I		II	
	α	δ	α	δ
Chignolo-Po	254°	+ 16°	188°	+ 42°
Biella	298	+ 3	324	+ 5
Castel Maggiore	213	+ 19·5	168	+ 20·5.

Hieraus würde sich der scheinbare Radiant in Rectasc: 276°, Nördl. Declin. = + 1° ergeben. Die nöthigen Verbesserungen an den angenommenen Bahnen sind ganz unwesentlich.

Hiernach kam die Feuerkugel zum Endpunkte aus 346° Azimut unter 45° Neigung der Bahn gegen den Horizont des Endpunktes.

Wenn sie in Castel Maggiore schon bei Arcturus gesehen wurde, musste sie in dieser Bahn 130 km (oder 17½ g. M.) über See an der Riviera di levante, 30—40 km südöstlich von Genua gewesen sein. Eben dort, oder möglicherweise noch etwas früher, kann sie auch in Turin schon bemerkt worden sein. Dagegen liegen die in Biella und Chignolo-Po zuerst aufgefassten und bezeichneten Punkte dem Ende viel näher. Vermuthlich beziehen sich beide Angaben auf eine nahezu identische Stelle, 92·5 km hoch über der Gegend etwas südlich von Voghera. Von hier bis zum Endpunkte betrug die Bahnlänge noch 86 km und nach der Dauerangabe aus Biella (3—4^s) könnte daher für die geocentrische Geschwindigkeit 24·5 km genommen werden.

Unter dieser Voraussetzung würde dann die von der Erdstörung befreite Geschwindigkeit nur 21·8 km betragen haben und der aus diesem Grunde verbesserte scheinbare Radiant wäre in $\alpha = 276°$ $\delta = -1·5°$ oder in $\lambda = 276°$ $\beta = 22°$ anzunehmen.

Die Länge des aufsteigenden Knotens auf der Ekliptik war 322°, die Bahnneigung $i = 10·5°$, die Bewegung direct, mit 47 km heliocentrischer Geschwindigkeit, entsprechend einer Hyperbel von der Halbaxe $a = -1·79$.

Für diese Geschwindigkeit und die daraus abgeleitete Bahn würde dann der kosmische Ausgangspunkt in 218·5° Länge und 10·2° nördl. Breite anzunehmen sein.

Was die etwaigen Beziehungen zu anderen bereits nachgewiesenen Radianten von Feuerkugeln oder Sternschnuppen betrifft, so muss ich erwähnen, dass mir aus dem Monate August

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

ein dem vorstehend abgeleiteten Radianten innerhalb der wahrscheinlichen Fehlergrenzen nahe liegender, nicht bekannt ist.

Für die Zeit Juni 26.—Juli 11. hat Denning aus den italienischen Beobachtungen im Jahre 1872 einen Radianten in $\alpha = 273^0$ $\delta = -2^0$ reducirt. Allein, mit Rücksicht auf die erhebliche Differenz von sechs Wochen in den Epochen wäre erst zu untersuchen, welche Verschiebung des Radianten während dieser Zeit stattfinden müsste.

Rechnet man mit der aus der Beobachtung gefundenen, doch sehr hypothetischen, heliocentrischen Geschwingkeit von 1·6 (jene der Erde als Einheit genommen) die Lage des scheinbaren Radianten — ohne Rücksicht auf den geringen Betrag der sogenannten Zenitattraction, weil dieser von der besonderen Lage gegen den Horizont abhängt — für die zweite Hälfte des Monates Juni, so erhält man eine viel südlichere Position, nämlich $\alpha = 272{\cdot}5^0$ $\delta = -13{\cdot}5^0$ und für die erste Julihälfte ungefähr $\alpha = 273{\cdot}5^0$ $\delta = -10^0$. Diese Resultate ändern sich nicht viel, wenn man eine etwas grössere Geschwindigkeit zu Grunde legt, z. B. v = 2. Es ergibt sich dann für die erste Epoche der berechnete Radiant in $\alpha = 276^0$ $\delta = -10{\cdot}5^0$ und etwa 14 Tage später in $\alpha = 276^0$ $\delta = -8^0$.

Besser als der oben angeführte Denning'sche Radiant stimmt mit diesen Rechnungsergebnissen der von Tupman aus seinen Beobachtungen im Mittelmeere für Juli 6 abgeleitete Sternschnuppenradiant in $\alpha = 277^0$ $\delta = -10^0$. Für die Hypothese v = 2 ist der Unterschied sogar sehr gering. Uebrigens ist aus den italienischen Beobachtungen von Denning für Juni 26 bis Juli 11 noch ein anderer Radiant in $\alpha = 269^0$ $\delta = -13^0$ nachgewiesen worden, welcher vielleicht auch in Betracht käme.

Zur Vergleichung möchte ich noch an den Radianten einer Feuerkugel vom 9. Juni 1841 erinnern, welchen ich nach den Angaben Petits (Comptes rendus T. XIII) in $\alpha = 266^0$ $\delta = -16^0$ abgeleitet habe. (Monthly Notices of the Royal Astron. Soc. LVII. 3, p. 175.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn

Jahr/Year: 1898

Band/Volume: 37

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

Artikel/Article: Bahnbestimmung zweier Feuerkugeln 221-237