

# Ueber die Bahn des Meteores

vom 5. September 1868

von

G. v. Niessl.

---

Wenn ich aus einer noch nicht abgeschlossenen Untersuchungsreihe über ältere Meteorbeobachtungen die nachfolgenden Betrachtungen besonders hervorhebe und hier ausführlicher mittheile, so geschieht es einerseits, weil die Erscheinung auf welche sie sich beziehen in der That ganz besonders beachtenswerthe Momente darbietet, die durch sehr gute Wahrnehmungen gesichert sind, andererseits, weil die Bahn dieser Feuerkugel schon einmal durch Tissot\*) berechnet worden ist, wobei jedoch das Resultat, wie mir scheint, einigen Zweifeln unterliegt und jedenfalls einer nochmaligen sorgfältigen Prüfung bedarf, ehe es den Materialien für allgemeinere Untersuchungen einverleibt werden kann. Dies gilt umso mehr, als sich jene Arbeit nur auf den geringsten Theil der genauen Beobachtungen stützt, welche aus verschiedenen Quellen zusammengestellt werden können. Soviel ich aus der citirten Abhandlung von Tissot entnehme, wurden von den Wahrnehmungen welche ich später anführen werde nur Nr. 1, 9, 10 und 11 benützt. Von diesen ist eigentlich nur die erste vollständig; die beiden letzteren können überdies nur als ziemlich beiläufig gelten.

Tissot findet für den Hemmungspunkt (Endpunkt) eine Höhe von 307 Kilom. (41.3 Meilen\*\*) über der Gegend von Mettray bei Tours, für das erste Aufleuchten, oder nach seiner Ausdrucksweise genauer „für die grösste Annäherung der Bahn an die Erde“ eine Höhe von 111 Km. (14.9 M.) über Belgrad; die geoc. Geschwindigkeit 88 Km. (11.8 M.) und die heliocentrische 79 Km. (10.6 M.)

Wie man sieht, ist diese Bahn reell eine ziemlich stark aufsteigende. Sie ist parallel zum Horizont von Belgrad und ihre Depression unter dem Horizonte des Endpunktes beträgt nahe 14°.

---

\*) Tissot: sur le premier Bolide du 5. Septbr. 1868, in den Comptes rendus T. 69, p. 326.

\*\*) Es ist in diesem Aufsätze immer die geographische Meile gemeint.  
Abhandl. d. naturforsch. Vereines in Brünn XVII. Bd.

Ich bin nun zwar der Ansicht, dass die Möglichkeit thatsächlich aufsteigender Meteor-Bahnen, zumal in den höchsten Schichten der Atmosphäre, nicht ohneweiters aus theoretischen Gründen verneint werden könne\*) (eine andere Frage ist es allerdings, ob solchen theoretisch zulässigen Bahnen auch der zur Wahrnehmung nöthige Lichteffect noch entspreche), insbesondere aber müsste jeder Einwurf unterbleiben, wenn ganz sichere Beispiele als Thatsachen vorlägen. Ich kann nicht unterlassen beizufügen, dass unter der sehr bedeutenden Zahl von Fällen, welche ich genau geprüft habe, mir kein einziger vorgekommen ist, bei welchem sich mit einiger Wahrscheinlichkeit, geschweige denn mit Sicherheit eine stark aufsteigende Bahn ergeben hätte. Dagegen sind jedoch solche Bahnen häufig, bei welchen der Radiationspunkt sehr nahe am Horizonte des Hemmungspunktes lag; diese sind dann auch immer ungewöhnlich lang und werden über die entferntesten Länderstrecken hin beobachtet. Zwar haben Heis und Andere noch in neuerer Zeit, wie viel früher schon Brandes und Benzenberg, stark aufsteigende Bahnen von Sternschnuppen abgeleitet, aber es gelten dagegen eben dieselben Bemerkungen, welche schon Bessel hinsichtlich der älteren Resultate dieser Art gemacht hat. Es lässt sich nämlich in jedem einzelnen Falle leicht nachweisen, dass entweder eine fehlerhafte Methode bei der Ermittlung der Bahnen, welche die Gleichzeitigkeit der Wahrnehmungen voraussetzt, zu ganz abnormen, von der Wahrheit weit abliegenden Resultaten führte, die ganz anders ausfallen wenn die Aufgabe allgemeiner gelöst wird; oder dass im Vergleiche zu den Beobachtungsfehlern die Standlinien zu kurz waren.

Was nun das vorliegende Beispiel betrifft, so setzt die Annahme, dass das Meteor nahe von 15 M. Höhe bis über 40 M. in der atmosphärischen Erdhülle durch eine Bahn von mehr als 260 M. Länge aufstieg, zweifellos voraus, dass es früher schon mindestens den gleichen Weg absteigend in derselben zurückgelegt hatte, und es wäre sehr bemerkenswerth, dass es nach einem so langen Laufe in einigemassen dichteren Schichten angelangt, nicht gehemmt wurde, und erst wieder in so bedeutender Höhe das Ende seiner Bahn gefunden haben sollte. Um dieses Resultat annehmbar zu machen, müsste es sehr sicher begründet

---

\*) Die von Bessel in den Astr. Nachr. Nr. 380 gegen die Wahrscheinlichkeit aufsteigender Meteorbahnen geltend gemachten Gründe beziehen sich nur auf solche Bahnen, deren Verlängerung nach rückwärts den festen Erdkörper trifft. Bezüglich jener, deren Richtung nur die Atmosphäre durchschneidet, bestehen eigentlich bloß physikalische Bedenken, welche sich aus den bisherigen Erfahrungen ergeben.

sein. Es schien mir desshalb nicht unwichtig, ein reichlicheres Beobachtungsmaterial nochmals sorgfältig zu prüfen.

Die folgenden mir bekannt gewordenen Nachrichten über dieses Meteor sind entnommen aus den Comptes rendus der Pariser Academie (C. R.), den Reports of the british Association (Rep.) und aus Heis' Wochenschrift für Astronomie etc. (H.), welche auch in dem Jahrgang 1869, p. 153 die Mittheilung von A. Weilermann aus den Notizen der Züricher Sternwarte XIII, 3. bringt.

1. Bergamo (C. R. T. 69, p. 326). Das Meteor wurde von Zezieli beobachtet, von  $\alpha = 17^{\circ}$   $\delta = + 3^{\circ}$  ausgehend und bei  $\alpha = 202^{\circ}$   $\delta = + 27^{\circ}$  verschwindend. Diese Bahn wurde in 17 Sekunden zurückgelegt.

2. Zürich (Weilerm.) 8 Uhr 35 Min. Ortszeit. Nach der Beobachtung des Abwart H. Fluck leuchtete die prachtvolle Erscheinung bei Jupiter auf und verschwand bei  $\alpha$  Bootis. Dauer: 2 Minuten. (Jupiter war in  $\alpha = 12.1^{\circ}$ ,  $\delta = + 3.5^{\circ}$ ). Hiermit stimmt völlig überein eine Beobachtung aus:

3. Hengart in der Schweiz (Weilerm.) Fast gerade am östlichen Horizonte, ungefähr von Jupiter ausgehend, horizontal bis in die Nähe von Arcturus (Beobachter: Vetter).

4. Buch im Hegau (Weilerm.) Genau um 8 Uhr 30 Min. Richtung des Meteores von Ramsen gegen Murbach, fast E—W. Dauer etwas weniger als eine halbe Minute (Beob. Peyer).

5. Brienz, Schwz. (C. R. T. 67, p. 547). Am 4. September (doch wohl nur ein Versehen im Datum), 8 Uhr, 35 Min. Berner Z. Die Feuerkugel durchlief das Himmelsgewölbe in der ganzen sichtbaren Ausdehnung und hinterliess eine 1 Minute andauernde Spur. Sie ging von  $45^{\circ}$  Höhe in E bis  $35^{\circ}$  Höhe in W. wieder hinter Berge und sehr nahe am Zenit vorbei (Duchartre).

6. Morges (Weilerm.) 8 Uhr 25 M. — 8 Uhr 30 M. Aufblitzen  $2-3^{\circ}$  „westlich“ von Jupiter. Die Feuerkugel ging dann in der Nähe von  $\alpha$  Andromedae vorbei,  $1^{\circ}$  westlich von  $\eta$  Ursae maj. bis etwa in die Hälfte zwischen diesem Sterne und dem Horizonte. Die auf Jupiter und letztern Stern bezüglichen Positionen sind am sichersten. (Dufour).

7. Genf (Rep. 1869, p. 226), 8 Uhr. 18 Min. Par. Z. Das Meteor ging nahe an  $\eta$  Ursae maj. vorbei in ungefähr horizontaler Bahn,  $20-30^{\circ}$  in 1 Sek. zurücklegend. Es war grösser als Jupiter und schien nicht zu bersten, sondern mit der Entfernung zu verschwinden (Jonos).

8. Mainz (H. 1868, p. 325). Vor 9 Uhr. Beobachter P. Reiss wurde durch einige Schiffer aufmerksam gemacht, als das Meteor bereits einen Theil seiner Bahn zurückgelegt hatte. Es gieng von den Sternen „Scheddi und Naschirah“ im Steinbock, durch den Schützen, die Milchstrasse, den Schlangenträger bis Unuk. Die Schiffer behaupteten, es hätte früher schon eine ebenso lange Bahn durchlaufen, also fast den ganzen Horizont. Dauer 30 Sek.

9. In Trémont bei Tournus, Saône et Loire, (C. R. T. 69 p. 326) wurde die Feuerkugel von Magnin, da er eben Jupiter mit dem Fernrohre betrachtete, gleichzeitig mit diesem im Gesichtsfelde des Fernrohres gesehen.

10. In Saulieu, Côte-d'Or. und Civray-sur-Cher., Indre et Loire (ibid.) unweit Tours schien das Meteor durch das Zenit zu gehen.

11. Clermont-Ferrand (ib. T. 67 p. 618). Gegen 8 Uhr. Der Anfangspunkt konnte nicht genau bestimmt werden, jedenfalls lag er nahe am östlichen Horizonte, welcher durch die Berge von Forez begrenzt ist. Es gieng aufsteigend von E—W und endete gegen N. Wenigstens gieng es nicht mehr hinter die Gebirge des Puy de Dôme. Dauer 12 Sek. (Lecocq).

12. Puy de Sancy (Rep. 1869 p. 226). Eine halbe Stunde vor Mondaufgang. Bahn parallel zum Horizonte mindestens  $45^{\circ}$  lang. Ende genau („exactly“) bei  $\beta$ . Ursae majoris. Dauer 4 bis 5 Sek. (Smith).

Das Meteor wurde auch in Heilbronn vor 9 Uhr, fast horizontal von E—W ziehend gesehen, und in Lindau und Florenz beobachtet, worüber ich nähere Nachrichten nicht erhalten konnte.

Endlich führe ich noch folgende Beobachtungen an:

Heis sah, als er im offenen Wagen von Richterswyl am Züricher See nach Einsiedeln fuhr, um 8 Uhr 50 Min. eine prachtvolle Feuerkugel über seinem Haupte wegziehen. Er konnte sie verfolgen: von  $\epsilon$  Pegasi durch  $\gamma$  Aquilae und  $\alpha$  Ophiuchi bis in den Hercules, wo sie hinter den Bergen verschwand (H. 1868 p. 295).

In Aosta (Rep. 1869 p. 226) einige Minuten vor 8 Uhr 30 Min. Pariser Z. erschien eine Feuerkugel in E, gieng über den ganzen sichtbaren Horizont des Thales gegen WNW und verschwand hinter den Hügeln in dieser Richtung. Zur selben Zeit wurde auch in Moucalieri ein von E nach NW ziehendes Meteor gesehen (Denza).

Nach der Notirung in Zürich und den übrigen damit ziemlich übereinstimmenden genaueren Zeitangaben, wird man für den Moment der Erscheinung 8 Uhr 35 Min. Zür. Z. oder 8 Uhr 10 Min. Par. Z. festhalten können. Es ist dann auffallend, dass die Zeit bei der Beobachtung von Heis und jener von Aosta um 15 bis 20 Min. später angesetzt ist. Ueberdies widerspricht die von Heis angegebene Bahn sehr stark den beiden übereinstimmenden Angaben aus der Gegend von Zürich. Der durch die beiden dort bezeichneten Punkte gelegte grösste Kreis geht nämlich noch einige Grade nördlich vom Zenit vorbei, jener durch die Sterne bei Heis bestimmte, jedoch mehr als  $30^{\circ}$  südlich von seinem Zenit, während man nach der Lage der Orte gerade das umgekehrte erwarten müsste. So schwer es nun ist anzunehmen, dass die beiden Angaben 2. und 3. an der gleichen Ungenauigkeit leiden, so erscheint es andererseits fast unmöglich, vorauszusetzen, dass ein so geübter Beobachter wie Heis, besonders wenn es ihm möglich war, die Bahn sogar an drei Punkten durch Beziehung auf Sterne zu fixiren, sich um Bedeutendes geirrt haben sollte. Dies in Verbindung mit der Zeitdifferenz legt die Vermuthung sehr nahe, dass sich die Beobachtung von Heis auf eine andere Feuerkugel beziehe, besonders da auch Tissot die hier in Rede stehende als die „erste“ vom 5. September bezeichnet. Leider habe ich sonst nirgends bestimmte Notizen über eine „zweite“ dieses Abends gefunden.

Da wir nun, ausser den collidirenden Beobachtungen von Zürich und Einsiedeln noch drei sehr bestimmt lautende von Bergamo, Morges und Mainz kennen, lässt sich allein aus diesen drei Angaben wohl bestimmen, in welcher Gegend und Höhe das Meteor ungefähr über die Schweiz hinzog, um darnach die Zulässigkeit jener von Heis zu prüfen.

Bekanntlich ist es leicht anzugeben, an welcher Stelle der an einem Orte gesehenen scheinbaren Bahn ein Meteor war, da es an einem anderen Orte eine gewisse scheinbare Position hatte. Sucht man nun z. B. auf diese Weise Azimut und Höhe des Meteoros für Morges und Bergamo in dem Momente, da es von Mainz aus bei  $\alpha$  und  $\beta$  Capricorni gesehen wurde, so folgt, obwohl eine ganz genaue Uebereinstimmung zwischen den drei Beobachtungen natürlich nicht besteht, doch soviel, dass sich die Feuerkugel eben über dem nördlichen oder mittleren Theile der Schweiz, östlich vom Züricher Meridian und 20 bis 28 M. hoch befand, gewiss jedoch nicht unter 20 M. Für die äusserste nach diesen drei Beobachtungen zulässige südlichste Lage und die geringste Höhe, also für die äussersten annehmbaren Grenzen, musste sie an dem Orte, an dem sich Heis befand, dem Zenit wenigstens bis  $13^{\circ}$

nahe gekommen, also etwa durch die Leier gegangen sein. Die präzisen Angaben von Heis widersprechen demnach jeder wahrscheinlichen Combination dieser drei Beobachtungen sehr auffallend, während die Züricher Beobachtung mit jener übereinstimmt, welche die Bahn über die nördliche Partie der Schweiz verlegte. Ich kann deshalb nicht anstehen, die Beobachtung von Heis als auf eine spätere Erscheinung bezüglich zu betrachten. Ob dasselbe auch hinsichtlich der Angaben von Aosta und Moncalieri oder selbst noch einiger anderen nicht ganz bestimmt lautenden gilt, mag dahin gestellt bleiben, und ist für unseren Zweck auch ziemlich unerheblich.

#### Endpunkt der Bahn, Hemmungspunkt.

Zur Bestimmung der geographischen Lage und Höhe stehen fünf ganz bestimmte Angaben zu Gebote, welchen sich wohl auch jene von Morges wird anreihen lassen.

Die Richtungen von Zürich, Morges, Mainz und vom Puy de Sancy treffen genau zusammen 1.8 M. westlich von Vendôme in  $18^{\circ} 33'$  östlich von Ferro und  $47^{\circ} 48'$  n. Br. Jene von Bergamo weicht ein wenig gegen Süd, die von Hengart ungefähr ebensoviel gegen N davon ab. Aus diesen Beobachtungen kann ich somit keinen anderen Ort als den bezeichneten für die Projection des Hemmungspunktes annehmen. Bedeutend sind die Unterschiede in den auf Grund dieser Annahme und den angeführten scheinbaren Höhen berechneten linearen Höhen. Bei der Bestimmung des Mittelwerthes habe ich folgenden Grundsatz festgehalten: Da die bezüglichen Beobachtungen als ziemlich gleichartig zu betrachten, weil sie alle auf Sterne bezogen sind (was namentlich dann nicht der Fall ist, wenn die Höhen abgeschätzt wurden), wird man ihnen zunächst gleiches Vertrauen zu schenken haben. In diesem Falle hat man nun ferner zu bedenken, dass in den Entfernungen keine grosse Unsicherheit herrscht, und dass die scheinbaren Höhen wenig von einander abweichen, so zwar, dass, wenn die lineare Höhe des Hemmungspunktes aus jeder einzelnen Beobachtung gerechnet wird, die Resultate dann mit Gewichten zu versehen wären, welche den Quadraten der zugehörigen Entfernungen umgekehrt proportional sind. Auf diese Weise finde ich die Höhe dieses Punktes zu 25.0 M.  $\pm$  2.5 M. wahrsch. Fehler.

Ich stelle hier die benützten Angaben sammt den Differenzen zwischen Rechnung und Beobachtung ( $\Delta A$ ,  $\Delta h$  und  $\Delta H$ ) übersichtlich zusammen.

	Azmut A	Scheinbare Höhe h	Distanz D	Lineare Höhe H	Gewicht p	$\Delta H$	$\Delta A$	$\Delta h$
Bergamo	111 <sup>o</sup> .5	17 <sup>o</sup> .0	95.4 M.	35.1 M.	1 0	- 10 M.	+ 2 <sup>o</sup> .5	- 5 <sup>o</sup> .5
Zürich	98.3	19.9	77.7	32.3	1.5	- 7	0	- 4.5
Hengart	98.3	19.9	78.3	31.5	1.5	- 7	- 3.0	- 4.5
Morges	111	19	60.0	21.7	2.5	+ 3	- 0.5	+ 1.5
Mainz	70 5	24.3	80.0	41.3	1.4	- 16	0	- 9.5
P. de Sancy	150.9	22.5	39.4	17.4	6.1	+ 8	0	+ 8.0

Die bedeutenden Differenzen in H sind, wie man sieht, hauptsächlich durch die grossen Entfernungen bedingt, da die Fehler  $\Delta h$  im Durchschnitte nicht viel über das in solchen Fällen gewöhnliche Maass hinausgehen. In Mainz sollte möglicherweise durch  $\alpha$  Serpentis nur die Richtung festgestellt werden, und auf dem Pic de Sancy mag vielleicht der etwas höher stehende Stern  $\alpha$  mit  $\beta$  des grossen Bären verwechselt worden sein.

Auch wenn man von dem oben gebildeten Mittelwerthe absieht, so zeigen doch die einzelnen Beobachtungen, dass die Höhe des Hemmungspunktes gewiss kaum wesentlich unter 20 M. genommen werden kann, ein ausserordentlich grosser Werth, welcher für Feuerkugeln fast beispiellos ist.

Der von Tissot angenommene Hemmungspunkt über der Gegend von Mettray liegt 5.6 M. weiter gegen SSW, wohin die Richtung von Bergamo weist. Die — schon erwähnte — Höhenangabe von 307 Kilom. oder 41 Meilen würde im vorstehenden Beobachtungsschema zwar den Angaben von Mainz und Bergamo ungefähr entsprechen, sie stellt sich jedoch in Bezug auf die näher liegenden Orte Morges und Puy de Sancy als ganz unannehmbar heraus. Denn es müsste in diesem Falle in Morges das Ende so ziemlich in gleicher Höhe mit  $\eta$  Urs. maj. gesehen worden sein, was dem bestimmten Wortlaute der Beobachtung sowohl in Bezug auf den Endpunkt als auch den Lauf der Bahn doch allzusehr widerspricht. Noch weniger könnte die letztere Beobachtung erklärt werden, wo das Ende hätte in wenigstens 45<sup>o</sup> Höhe (statt 22.5<sup>o</sup> bei  $\beta$  Urs. maj.) erscheinen müssen. Man kann also nicht zweifeln, dass der obige Werth von Tissot beträchtlich zu gross ist.

Der von Weilermann angenommene Endpunkt in 20<sup>o</sup> 35' östlich v. F. und 47<sup>o</sup> 38' n. Br. liegt 20 Meilen weiter gegen ESE in der Gegend von Chatillon s. Loire. Er ist gestützt auf die Züricher Beobachtungen und auf die beiläufige Angabe von Clermont, dass das Ende nördlich lag (welche durch den Zusatz sehr unbestimmt wird, da der

Puy de Dômes sich im Westen dieser Stadt befindet.) Dieser Annahme stehen aber die Beobachtungen vom Puy de Sancy und von Mainz auf das Bestimmteste entgegen. Die von ihm gefundene Höhe von etwa 22 M. entspricht eben dieser weiter nach Ost gerückten Position.

Radiationspunkt. Aus dem Umstande, dass so weit von einander entfernte Beobachter, wie jene in Bergamo, Zürich, Morges und Trémont das Meteor in der Nähe Jupiters erblickten, der einige Grade über dem Horizonte in Osten stand, folgt, dass sich der Radiant jedenfalls nicht weit von diesem Orte befand. Ohne Zweifel sind diesmal ausnahmsweise die auf jenen Anfangspunkt der Bahn, welcher dem Radianten zugekehrt ist, gerichteten Beobachtungen sicherer als die eben betrachteten bezüglich des Endpunktes. Das bei sehr genauer Bestimmung des Endpunktes nützliche Verfahren, die scheinbaren Bahnen durch Substitution der berechneten Endposition statt der beobachteten zu verbessern, ist im gegenwärtigen Falle fast durchweg ohne Vortheil und Einfluss, da die beobachteten Anfangspunkte dem Radianten ganz nahe liegen. Ueberdiess kann die Ermittlung des Endpunktes nicht in jeder Hinsicht für sehr sicher gelten. Nur bezüglich der Mainzer Beobachtung, deren Anfang vom Radiationspunkt noch weit absteht, und deren Ende jedenfalls einer bedeutenden Correction bedarf, habe ich eine solche in der Weise angebracht, dass ich statt des beobachteten Endpunktes jenen substituirt, wie er gemäss dem früher ermittelten wahrscheinlichsten Werthe von diesem Orte aus hätte gesehen werden müssen. Diese Verbesserung beschränkt sich, wie man aus der obigen Zusammenstellung ersieht, auf die scheinbare Höhe und beträgt —  $9.5^{\circ}$ . Die Beobachtung von Trémont wurde in ähnlicher Weise durch die nunmehr nahezu bekannte Lage der Endposition ergänzt. Gegenüber den präciseren Angaben aus Bergamo, Zürich, Hengart, Morges, Trémont und Mainz habe ich geglaubt, auf die Einbeziehung anderer beiläufigen Wahrnehmungen, z. B. dass die Bahn „nahe horizontal“ war oder dass sie „ungefähr durchs Zenit gieng“ vorläufig verzichten zu müssen, um sie nachträglich mit dem Resultate zu vergleichen.

Da Jupiter fast genau im Osten stand, ist die Bezeichnung in Morges „2—3<sup>o</sup> westlich“ etwas unklar. Ich habe diese Entfernung nach jener Richtung genommen, welche einer möglichst nahen Passage bei  $\alpha$  Andromedae entsprechen würde. Als zweiter Bahnpunkt wurde nicht das Ende, sondern der genauer bestimmte Punkt  $1^{\circ}$  westl. von  $\gamma$  Ursae maj. in Betracht gezogen.

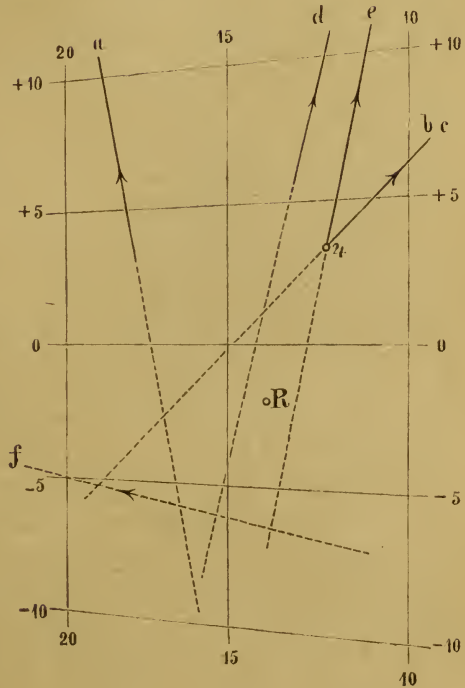


Es wurden demnach folgende scheinbare Bahnen benützt:

	I.		II.	
	$\alpha$	$\delta$	$\alpha$	$\delta$
a) Bergamo . . . . .	17 <sup>0</sup>	+ 3 <sup>0</sup>	202 <sup>0</sup>	+ 27 <sup>0</sup>
b) u. c) Zürich und Hengart	12.1	+ 3.5	212	+ 20
d) Morges . . . . .	13	+ 6	207	+ 49.5
e) Trémont . . . . .	12.1	+ 3.5	198.5	+ 37
f) Mainz . . . . .	303	— 14	227.5	— 1.5

Die hier beigefügte Figur zeigt die Lage der Bahnstücke in der Nähe des Radiationspunktes in stereographischer Aequatorealprojection und zwar sind die beobachteten Bahnen ausgezogen und die Verlängerungen punktirt.

Unter diesen Beobachtungen erhielt Trémont das grösste Gewicht, in der Voraussetzung, dass, wenn das Meteor zugleich mit Jupiter im Gesichtsfelde des Fernrohres erschien, der Abstand dieses Planeten von der richtigen scheinbaren Bahn an diesem Orte nicht leicht mehr als etwa 1.5° betragen konnte. Für die Beobachtungen in Bergamo, Zürich, Hengart und Morges



habe ich nach früheren Erfahrungen a priori einen mittleren Fehler von 3° genommen und mit Rücksicht darauf, dass diese sämtlichen Positionen ganz nahe am Radiationspunkte liegen, die Gewichtsverhältnisse umgekehrt den Quadranten dieser mittleren Fehler gesetzt, so dass man erhält für Trémont: 4, Zürich und Hengart (da zwei Beobachtungen vereinigt sind): 2, Bergamo: 1, welchen sich Mainz nach einfacher Erwägung mit nicht mehr als 1/2 anschliessen würde.

Aus diesen Annahmen findet sich die wahrscheinlichste Position des scheinbaren Radiationspunktes in

$$\alpha = 13.09 \qquad \delta = - 2.00$$

Die Abstände dieses Punktes von den scheinbaren Bahnen sind nach der obigen Reihenfolge:  $2.08$ ,  $2^0$ ,  $0.8^0$ ,  $0.09$  und  $4.01$ . Der wahrscheinliche Fehler ist nicht grösser als  $\pm 1^0$ .

Am Endpunkte lag dieser Radiant in  $273^0$  Azimut und  $0.01$  Höhe. Das Meteor kam also dahin fast horizontal aus  $3^0$  südlich von Ost. Diese Richtung geht vom Endpunkte aus über Vermenton, Rapperswyl, Ried, Villach, südlich vom Zombor, 8.5 M. nördl. von Belgrad etc. Sie ist somit sehr nahe mit der von Tissot gefundenen parallel und liegt im Mittel 7 Meilen weiter nördlich.

Es lässt sich zwar nicht in Abrede stellen, dass man aus einzelnen dieser Beobachtungen auch eine Bahn ableiten könnte, deren Ausgangspunkt einige Grade unter dem Horizonte liegt, so z. B., wenn man denselben ohne Rücksicht auf die Gewichte, ungefähr in der Mitte der von den Bahnstücken eingeschlossenen Area nehmen würde, oder noch mehr, wenn man ihn ganz in der Mainzer Bahn suchen wollte. Da Beobachtungen dieser Art nur selten eine genauere Bestimmung des Resultates als auf einige Grade zulassen, so wird immer dann, wenn der Radiationspunkt sehr nahe am Horizonte lag, eine schwach aufsteigende Bahn zumeist nicht viel weniger wahrscheinlich sein als eine absteigende und nur in diesem Sinne und innerhalb einer ziemlich engen Grenze könnte im gegenwärtigen Falle eine aufsteigende Bahn noch zugegeben werden.

Man kann nun dieses Resultat mit den Beobachtungen vergleichen.

Die Beobachtungsfehler am Anfange, soweit sie in dem Abstände der beobachteten Punkte von der wahrscheinlichen scheinbaren Bahn sich erkennen lassen (denn jene Componente des Fehlers, welche in der Bahnrichtung selbst liegt, ist unbestimmbar), sind überall mit Ausnahme von Mainz den früher bezeichneten Perpendikeln sehr nahe gleich. Bei der Beobachtung von Mainz ist die Verbesserung, wenn man sie ausschliesslich am Anfangspunkte vornimmt, wesentlich grösser, nämlich  $6.5^0$ , ein Betrag, der bei Beziehung auf Sterne schon als ziemlich gross gelten muss. Indessen haben wir aus dem früheren gesehen, dass diese Beobachtung auch am Endpunkte ohne Zweifel einer sehr bedeutenden Correction bedurfte, und es ist nicht ganz unwahrscheinlich, dass ein Theil der obigen eben noch auf diesen zu schlagen wäre, besonders wenn andere Umstände dafür sprechen würden die Höhe des Hemmungspunktes noch ein wenig unter den ermittelten Werth von 25 M. herabzusetzen, wie es die näher liegenden Orte andeuten. Was nun die beiläufigen Angaben aus den längs der Bahn liegenden Orten betrifft, so musste unter Voraussetzung der hier ausgemittelten Lage

derselben in Mettray, Civray und Saulieu das Meteor noch 10 bis 13<sup>0</sup> und in Brienz 22 bis 23<sup>0</sup> nördlich vom Zenit bleiben. Diese Zenitdistanzen sind freilich nicht von der Art, dass sie nicht von weniger geübten Beobachtern einer Passage nahe über dem Scheitel gleich geachtet werden könnten. Immerhin deuten diese alle in einem Sinne liegenden Abweichungen vielleicht darauf hin, dass der Endpunkt und damit die ganze Bahn etwas weiter südlich zu verschieben wäre. Die Beobachtung von Mainz wirkt im selben Sinne. Diese würde nämlich die Höhe des Meteoros, wenn man die Angabe bei den zwei erwähnten Sternen des Steinbockes unverändert gelten lässt, in unserer Bahn ein wenig östlich über der Gegend von Rapperswyl auf 22 bis 23 M. geben, während sie den ermittelten Daten gemäss nahe 29 M. sein sollte. Die oben angedeutete Verschiebung gegen Süd um etwa 5 M. — ohne Aenderung des gewiss sehr sicher bestimmten Radianten — also näher an die von Tissot gefundene Trajectorie, würde nicht allein die Beobachtungen von Mettray bis Brienz viel strenger erfüllen, sondern auch die aus der Mainzer abgeleitete erwähnte Höhe auf 24 bis 26 M. vermehren, dagegen jene des Endpunktes ein wenig vermindern, weil derselbe gerade jenen Orten noch näher käme, deren Beobachtungen mit grösserem Gewichte die Höhe herabsetzen.\*)

Man sieht demnach, dass weder die Beobachtung von Mainz, noch die zur Bahnbestimmung nicht direct benützten übrigen Wahrnehmungen zur Annahme einer aufsteigenden Bahn genügende Anhaltspunkte geben.

Ob nun der Endpunkt in der erst gefundenen Lage beibehalten wird, oder ob man den zuletzt erörterten Angaben soviel Gewicht schenkt, die angeführte modificirte Bahn als wahrscheinlicher gelten zu lassen, ist für das Weitere unerheblich. Ich habe hier die aus den directen Beobachtungen gefundenen Positionen beibehalten.

---

\*) Eine solche Verschiebung wäre auch nach der Beobachtung in Hengart nicht ganz auszuschliessen. Der grösste Kreis von Jupiter zu Arcturus gieng freilich sehr nahe am Zenit vorbei. Eine derartige Bahn wird jedoch nur selten als „horizontal“ bezeichnet. Bei einer mehr südlichen Lage der Bahn erklärt sich dies besser; es muss indessen dann angenommen werden, dass das Ende ziemlich südlich von Arcturus war. Dasselbe müsste in minderem Grade für Zürich gelten. In Verbindung mit Bergamo und Puy de Sancy würde der Hemmungspunkt dann etwa in den Scheitel der Gegend von Ozaine bei Tours verschoben und die Höhe auf etwa 22 bis 23 M. vermindert. In dieser Weise würde sich das Resultat darstellen, mit Einbeziehung von Momenten, welche bei der früheren directen Bestimmung des Hemmungspunktes nicht in Betracht kommen konnten.

Länge der geseheneu Bahn und Höhe des Aufleuchtens. Die horizontale Parallaxe bei den Beobachtungen auch der am weitest entlegeneu Orte Zürich und Bergamo ist hinsichtlich des ersten Erscheinens so gering, dass sie zwar gar keine genaue Bestimmung zulässt, dagegen wohl den sicheren Schluss, dass die Entfernung dieses Punktes vom Ende eine ganz ausserordentlich grosse war. Nimmt man dagegen die früher entwickelte Bahnlage als gegeben an, so gestattet die Beziehung auf Jupiter als den Anfangspunkt der leuchtenden Bahn immerhin einen Schluss, wenigstens auf die untere Grenze der Bahnlänge. In Zürich war um 8 Uhr 35 Min. Jupiter in  $276.^{\circ}03$  Azimut und  $10.5^{\circ}$  Höhe, also sehr nahe im Vertikal der Meteorbahn, welche ein wenig südlich vom Zenit dieses Ortes gieng. Gesetzt nun, dass sich diese Bahn im Horizonte eines Punktes befand, der 25 M. hoch westlich von Vendôme lag, so giebt die Annahme, dass in Zürich das Meteor zuerst in gleicher Höhe mit Jupiter gesehen wurde, das Resultat, dass es sich in diesem Momente nicht weniger als 385 M. vom Endpunkte entfernt und 105 M. hoch über einem Orte in  $50^{\circ} 48'$  ö. v. Ferro und  $41^{\circ} 43'$  n. Br., etwa an der Südküste des Schwarzen Meeres, westlich von Sinope befand, welcher auf der Erdoberfläche gemessen 353 M. östlich von der Gegend bei Vendôme liegt. Diese Grössen würden nur ein sehr mässiges Vertrauen verdienen — da ja Aenderungen von einigen Graden in dem beobachteten Höhenwinkel schon sehr bedeutende Einflüsse auf das Resultat haben — wenn nicht, wie es diesmal der Fall ist, mehrere präzise Beobachtungen in dieser Hinsicht völlig übereinstimmen würden. Von Bergamo aus müsste der hier bezeichnete Punkt in  $\alpha = 14^{\circ}$   $\delta = + 4.^{\circ}05$  gesehen worden sein, während die Beobachtung  $\alpha = 17^{\circ}$   $\delta = + 3^{\circ}$  giebt, also einen sogar noch etwas weiter zurückliegenden Punkt, wenn man dieser Differenz überhaupt eine reelle Bedeutung beimessen wollte. In Trémont war Jupiter zur selben Zeit in  $273.^{\circ}03$  Azim. und  $8^{\circ}$  Höhe. Durch Rechnung findet man für die Lage des oben angenommenen Aufleuchtungspunktes von diesem Orte aus genau dasselbe Azimut und  $7.^{\circ}05$  Höhe. Ebenso stimmt auch die Wahrnehmung in Morges überein. Selbst wenn man annehmen wollte, dass das Meteor in Zürich erst 2 bis  $3^{\circ}$  höher als Jupiter gesehen wurde, stellt sich die Bahnlänge noch immer auf 290 M. und die Anfangshöhe auf 70 M. Aber im Hinblicke auf die anderen Beobachtungen ist dieses Resultat schon minder wahrscheinlich, denn dieser Punkt würde beispielsweise in Trémont auch um nahe ebenso viel höher als Jupiter gewesen sein wie in Zürich, und weil von da an das Meteor aufzusteigen schien, wird es viel weniger wahrscheinlich,

dass es mit Jupiter zugleich im Gesichtsfelde des Fernrohres war. Ebenso entfernt für Bergamo und Morges diese letztere Annahme den Ort des Aufblitzens mehr von dem beobachteten.

Man kann demnach kaum anstehen, eine Höhe des sogenannten Entzündungspunktes von mehr als 100 M. für dasjenige Resultat gelten zu lassen, welches den vorliegenden Beobachtungen nach die grösste Wahrscheinlichkeit hat. Fälle, bei welchen Meteore sich in mindestens 50 M. Höhe befanden als man sie erblickte, sind mehrere durch sichere Beobachtungen nachweisbar, aber es ist mir wenigstens nicht bekannt, dass eine ähnliche Höhe wie die obige bisher aus genauen Wahrnehmungen abgeleitet werden konnte. Jene, welche sich mit Untersuchungen über Feuermeteore befassen, wissen schon lange, dass man das Niveau, welches (freilich ohne theoretische Grundlage) gewöhnlich als die Grenze der Atmosphäre bezeichnet wird, bedeutend erhöhen müsse. Ist man genöthigt anzunehmen, dass sich die atmosphärische Erdhülle über 100 M. weit von der Oberfläche in der nöthigen Dichte erstreckt, so erklärt sich dann das frühere Aufleuchten von Meteoren, welche nahe horizontal gegen den Endpunkt der Bahn streichen, denn die Länge des Weges, den überhaupt Meteore zwischen zwei bestimmten Niveauflächen zurückzulegen haben, ist der Cosecante des Winkels proportional, mit dem sie auf die Niveaufläche treffen, desshalb also bei kleinen Elevationen viel grösser als bei steil abfallenden Bahnen. Unter sonst gleichen Umständen wächst damit im selben Maasse der Widerstand und die Wärmeentwicklung, so dass die Sichtbarkeit beschleunigt wird. Nach den Untersuchungen von Galle (Schles. Gesellschaft f. vaterl. Cultur in Breslau 1868) wurde der Pultusker Meteoritenschwarm, obgleich die Elevation seiner Bahn  $44^{\circ}$  betrug, bestimmt schon in 35 bis 40 M. Höhe wie eine Sternschnuppe gesehen. Bei einem solchen Vergleiche wird unser Resultat minder befremden. — Dr. Galle hat auch bei dieser Gelegenheit wieder darauf aufmerksam gemacht, dass, während aus den gewöhnlichen Dämmerungserscheinungen abgeleitet, die Grenze unserer Atmosphäre gewöhnlich unter 10 M. angenommen wird,\*) die Beobachtungen von Liais unter den Tropen die Existenz einer das Sonnenlicht polarisirenden atmosphärischen Erdhülle in vier bis fünfmal so grosser Höhe ergeben. Wer die Prozesse des

\*) Es giebt wohl kaum ein jämmerlicheres Capitel in der ganzen physikalischen Literatur, als die Art der Begründung des Zusammenhanges der Dämmerungs-Erscheinungen mit der „Höhe der Atmosphäre“. Man vergleiche hierüber auch die kritischen Betrachtungen von Bezold in Poggendorf's Annalen. Bd. 123; p. 240.

Polarlichtes als nothwendig innerhalb der Atmosphäre liegend betrachtet, muss diese auch noch weiter hinaus versetzen. Gute Messungen ergaben für solche Lichtentwicklungen sehr bedeutende Höhen, nämlich für die Basis der Strahlen 25 bis 40 M. und für die Spitzen 70 bis 100 M., nicht zu gedenken der sogenannten „Krone“, für welche ältere Beobachtungen Höhen bis 160 M. ergeben haben (Gronemann: *Theorie cosmique de l'aurore polaire*, in den „*Memorie della Società degli Spettroscopisti Italiani*“ Vol. VII) und von welcher die äusserst geringe Parallaxe wenigstens beweiset, dass deren Höhe jedenfalls sehr gross ist.

Man wird demnach weit über jene Grenze hinaus welche Erscheinungen der Dämmerung und Polarisation wahrnehmen und messen lässt noch eine atmosphärische Region annehmen müssen, in welcher die Dichte noch immer gross genug ist, um den sie mit allerdings ausserordentlicher Geschwindigkeit durchschneidenden Meteoren jenen Widerstand entgegen zu setzen, welcher die Wärme bis zur intensivsten Lichtentwicklung steigert. Wie weit hinaus mögen sich dann noch die Regionen minderer Dichte erstrecken, und ist es unter solchen Umständen überhaupt gerathen, im Gegensatz zu dem Resultate, welches die analytische Lösung der Frage liefert, von der Grenze der Atmosphäre zu sprechen?

**Geschwindigkeit.** Es sollen hier die Angaben über die Dauer zusammengestellt werden. Beobachtungen, welche sich auf die ganze Bahn oder doch den grössten Theil beziehen, sind:

Clermont-Ferrand . . . . .	12 Sek.
Bergamo . . . . .	17 „
Buch . . . . .	< 30 „
Mainz . . . . .	30 „
Zürich . . . . .	120 „

Auf einen kleineren, und wohl den letzteren Theil bezüglich sind:

Puy de Saucy . . . . .	45 <sup>0</sup> in 4 — 5 Sek.
Genf . . . . .	20 — 30 <sup>0</sup> „ 1 „

Solche grosse Differenzen — bei derartigen Erscheinungen ziemlich gewöhnlich — würden nur geringe Aussicht gewähren, einen annehmbaren Werth für die Geschwindigkeit zu finden, wenn nicht die Angabe eines so zuverlässigen und geübten Beobachters wie Zezioli in Bergamo war, vorliegen würde. Man könnte diese fast allein verwerthen, denn sie verdient gewiss mehr Gewicht als alle anderen zusammen.

Diese Beobachtung würde, verglichen mit der früher aufgestellten Bahnlänge von 385 M. eine mittlere geoc. Geschwindigkeit von 22.6 M.

und selbst wenn jene auf 290 M. herabgesetzt wird, nicht weniger als 17 M., endlich für die von Tissot angenommene Länge von nahe 261 M. noch immer 15.4 M. ergeben. Nimmt man indessen, trotzdem wenigstens die Züricher Schätzung wohl sicher zu hoch gegriffen ist, das einfache Mittel aus den ersten fünf Werthen, also 42 Sek. für die Dauer, so erhält man noch immer 9 M. geoc. Geschwindigkeit.

Von den beiden anderen Beobachtungen bezieht sich die erstere bestimmt auf den letzten Theil der Bahn, etwa 30 M. (zwischen etwa 25 und 26 M. Höhe) und giebt für die Geschw. 6.7 M. Die zweite lässt in dieser Hinsicht Zweifel zu. Bezieht man sie auf eine Entfernung von etwa 30 M. (also weder auf die geringste, noch auf die grösste), so würde sie 13 — 14 M. (für die kleinste Entfernung 6 — 7 M.) geben. Unter sehr mässigen Annahmen, und ohne Ausscheidung irgend einer Angabe, auch ohne Gewichtsbemessung, würde die mittlere geoc. Geschwindigkeit sich demnach wenigstens zu 9.5 M. ergeben, was ganz gewiss eigentlich nur ein minimaler Grenzwert ist. Ich spreche hier von der „mittleren“ Geschwindigkeit, weil dieser Fall, wie mehrere andere, welche ich genau untersucht habe, dafür zu sprechen scheint, dass die Wahrnehmungen, welche sich auf den grössten Theil der sichtbaren Bahn beziehen, also auch auf jene Partien, wo das Meteor noch weit vom Hemmungspunkt entfernt war und in besonders grossen Höhen, einigermassen grössere Werthe für die Geschwindigkeit ergeben, als jene, welche mit dem letzten Theile der Bahn correspondiren. Es wird bei einer Anzahl guter Beispiele schwer, die Realität dieses Umstandes, welcher eine wahrnehmbare Abnahme der Geschwindigkeit in der Atmosphäre andeutet, ohneweiters zu bezweifeln. Die in tieferen Schichten beobachtete Geschwindigkeit wäre demnach nur ein kleinerer Theil, und die mittlere, welche sich auf die ganze Bahn bezieht, auch nicht der ganze Betrag jener, mit der die betreffenden Meteore in die widerstehenden Regionen eindringen. Jedenfalls giebt in unserem Falle die beste Beobachtung von Bergamo, auch unter den geringsten zulässigen Annahmen über die Bahnlänge einen Werth für die mittlere Geschwindigkeit, aus welchem man schliessen könnte, dass die thatsächliche in den ersten Theilen der Bahn wohl 3 — 4 Mal so gross war als jene, welche der Parabel entspricht. Mit derartigen grossen Werthen harmonirt die merkwürdig geringe Ortsveränderung von Radiationspunkten, welche durch Wochen und Monate andauernd Meteore liefern, Verhältnisse, die bei Annahme parabelähnlicher Bahnen unerklärlich sind und als rein zufällig angesehen werden müssten. Die ausführlichere Erörterung dieser hier nebenher ange-

deuteten Umstände wird jedoch für einen anderen Ort aufbewahrt werden müssen.

Der früher angeführte geringste mittlere Werth der geoc. Geschwindigkeit giebt für die helioc. 85 M. Die aus der Beobachtung von Zezioli geschlossenen geben 21.0 M. oder wenigstens 15.5 M. helioc. G.

---

Wir kommen nun schliesslich nochmals auf die Beobachtung von Heis zurück. Die dort angegebene scheinbare Bahn trifft nach rückwärts verlängert sehr genau (mit einer Abweichung von kaum 1<sup>o</sup>) den im Vorstehenden ermittelten Radiationspunkt des Meteores von 8 Uhr 35 Min. Zür. Z., sie geht aber weit von dem von Tissot bestimmten vorbei. Die Ausscheidung derselben kann also nicht zu Gunsten des letzteren Resultates gedeutet werden. Während nun die früher erörterten Umstände sehr dagegen sprechen, dass sich die Heis'sche Beobachtung auf dasselbe Meteor beziehe, ist es dagegen sehr wahrscheinlich, dass die ihr zu Grunde liegende Erscheinung dem gleichen Radianten angehörte.





# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn](#)

Jahr/Year: 1878

Band/Volume: [17](#)

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

Artikel/Article: [Ueber die Bahn des Meteoros vom 5. September 1868 305-320](#)