BESTIMMUNG DER BAHNEN VON 13 GROSSEN METEOREN

VON

C. HOFFMEISTER, SONNEBERG IN THÜRINGEN

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 22. OKTOBER 1925.

Die vorliegende Arbeit enthält die Ergebnisse einer Reihe von Berechnungen der Bahnen großer Meteore auf Grund von Beobachtungen derselben Erscheinung an mehreren Orten. Die abgeleiteten Zahlen sind zwar bereits an anderer Stelle mitgeteilt worden[1], jedoch ist es, wenn derartige, vorwiegend aus zufälligen Wahrnehmungen ungeübter Beobachter gewonnene Ergebnisse richtig beurteilt und verwertet werden sollen, fast unerläßlich, daß auch die Einzelheiten der Beobachtungen und des Verfahrens mitgeteilt werden, zumal, da die Eigenart des Materials eine schematische Behandlung kaum zuläßt, die Ergebnisse also in weitem Umfange von Geschick und Erfahrung des Berechners abhängen.

Die angewandte Methode ist im wesentlichen die von Galle und von Nießl ausgebildete, mit einigen geringen Änderungen. Eine Darstellung des Ganges der Rechnung habe ich vor einigen Jahren an anderem Orte gegeben.[2]

Die hier gebrauchten Bezeichnungen sind teils allgemein bekannt, teils aus dem Texte zu ersehen. In den Verzeichnissen der Beobachtungen folgen hinter den Ortsnamen die geographischen Koordinaten. Alle Längenangaben sind auf Greenwich bezogen.

Meteor vom 29. Januar 1910, $9^h\ 58^m$ MEZ.

1. Würzburg ($9°\ 55'$, $+49°\ 47'$). Zeit $9^h\ 58^m$. Eine rohe Skizze zeigt die Bahn des Meteors unterhalb der Sterne β Orionis und α Canis majoris, etwa von $\alpha = 78°$, $\delta = -18°$ nach $\alpha = 101°$, $\delta = -33°$ Geringe Geschwindigkeit, Helligkeitszunahme während des Fluges, zuletzt große grüne Kugel. (Dr. jur. Friedrich Fick, Berlin.)

2. Hanau ($8°\ 55'$, $+50°\ 8'$). Zeit $9^h\ 58^m$. Scheinbare Bahn $\alpha_1 = 100°$, $\delta_1 = +5°$, $\alpha_2 = 140°$, $\delta_2 = +20°$, heller als Venus, schwacher Schweif, $D = 2^s$. Das Meteor verschwand hinter Häusern. (Dr. Karl Bott.) Die angegebenen Deklinationen müssen zweifellos negativ sein, da sich sonst bei Vergleichung mit den anderen Beobachtungen außerordentlich große Widersprüche ergeben würden. Auch spricht die Bemerkung, daß das Meteor hinter Häusern verschwunden ist, für eine absteigende Bahn.

[1] G. von Nießl und C. Hoffmeister, Katalog der Bestimmungsgrößen von 611 Bahnen großer Meteore, Wien, Akad. Denkschr., 100. Band, Anhang.

[2] »Hevelius«, Handbuch für Freunde der Astronomie und kosmischen Physik, p. 239 bis 254.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

3. Karlsruhe (8° 24′, + 49° 1′). Zeit 9^h 58^m. Das Meteor kam aus der Gegend des Löwen, von dem es sich geradlinig wegbewegte. Die nach rückwärts verlängerte Bahn wies nach den Zwillingen. Die Bahn war halb so lang wie der Abstand der Sterne Pollux und Regulus. Verschwinden in ESE. Heller als Venus, grünblaue Farbe, Schweif kaum merklich (Eugen Werner).

Als Zeit der Erscheinung wird von allen Beobachtern übereinstimmend 9^h 58^m MEZ angegeben. Aus den mitgeteilten scheinbaren Endpunkten kann mit einiger Wahrscheinlichkeit geschlossen werden, daß das Erlöschen des Meteors

$$20 \cdot 5 \; km \text{ hoch über } \lambda = 10° \; 21', \; \varphi = + 48° \; 48'$$

erfolgt ist. Immerhin bleibt eine beträchtliche Unsicherheit bestehen, und die Verbesserungen der beobachteten Azimute fallen ziemlich groß aus.

	A	h	$\triangle A$	$\triangle h$
Würzburg	353°2	6°9	— 7°5	+ 2°8
Hanau	314·8	7·9	+ 9·7	— 2·1
Karlsruhe...	292·5		— 13·3	—

Die Unsicherheit des Endpunktes veranlaßte mich, die in Würzburg und Hanau beobachteten Bahnbogen unverändert beizubehalten. Für Karlsruhe lag der berechnete Endpunkt in $\alpha = 167°6$, $\delta = -0°3$. Als Richtungspunkt der Bahn wurde $\alpha = 113°$, $\delta = + 30°$ angenommen, zwischen α und β Geminorum. Der die beiden Punkte verbindende Großkreis läuft durch den südwestlichen Teil des Löwen, nahe o, ξ und h Leonis vorüber. Das Aufleuchten müßte nach der Beschreibung an der Grenze von Leo und Cancer erfolgt sein, so daß die Beobachtung gut dargestellt wird. Die damit vorliegenden drei scheinbaren Bahnen ergeben den Radianten mit guter Übereinstimmung in

$$\alpha = 28°8, \; \delta = + 24°2,$$

nahe der Grenze von Widder und Dreieck. Die Verbesserungen der beobachteten Bahnrichtungen betragen je etwa 1°

Die Bahn der Feuerkugel war aus dem Azimut 83°6 gerichtet und 38°4 gegen den Horizont des Endpunktes geneigt. Die erste Wahrnehmung erfolgte in Hanau, als sich das Meteor 86 *km* hoch über $\lambda = 9° \; 13'$, $\varphi = + 48° \; 43'$ befand. Der Abstand dieses Punktes vom Endpunkt beträgt 105 *km*. Der Beobachter in Würzburg erblickte die Feuerkugel, als sie sich 80 *km* vom Endpunkt entfernt über der Gegend zwischen Göppingen und Eßlingen in Württemberg befand.

Der Hanauer Beobachtung entspricht die geozentrische Geschwindigkeit $v = 52 \cdot 5$ *km*/sec., mit großer Unsicherheit wegen der geringen Dauer. Durch Befreiung von der Erdstörung vermindert sich dieser Wert auf 51·2 *km*/sec. Unter Berücksichtigung der Zenitverschiebung von 0°7 findet man für den verbesserten Radianten die Koordinaten

$$\alpha = 28°2 \qquad \delta = + 23°7$$
$$\lambda = 34 \cdot 4 \qquad \beta = + 11 \cdot 3,$$

welcher Ort 168°1 vom Zielpunkte der Erdbewegung entfernt lag. Das Meteor hat demnach die Erde in ihrem Laufe von rückwärts überholt. Für die heliozentrische Geschwindigkeit ergibt sich $v'' = 80 \cdot 5$ *km*/sec. $= 2 \cdot 72$ in Einheiten der mittleren Erdgeschwindigkeit, entsprechend einer stark hyperbolischen Bahn mit der Halbachse $a = -0 \cdot 18$.

In scheinbarem Widerspruch mit der gefundenen großen geozentrischen Geschwindigkeit wird in Würzburg die Bewegung des Meteors als langsam bezeichnet. Aus der Bahnbestimmung folgt für Würzburg eine Bewegung von 14°5 in 1^s. Nach meinen Erfahrungen entspricht der Bezeichnung »langsam« im Mittel eine Bewegung von 10°7, der Bezeichnung »mittelmäßig« eine solche von 18°7 in 1^s. Die Würzburger Beobachtung schließt sich diesen Werten befriedigend an.

Meteor vom 12. Oktober 1910, 6^h 34^m MEZ.

1. Hirschberg in Schlesien (15° 44′, + 50° 54′5). *a)* Erste Wahrnehmung vertikal unter dem Punkte, welcher auf der Verbindungslinie ε Cassiopeiae — α Ursae minoris von erstgenanntem Stern

aus ein Drittel abschneidet in 45° Höhe. Endpunkt der Bahn fast vertikal unter dem Polarstern, etwas nach Osten, in h = 18° nach Z. und 16° nach Th. Dauer 2^s. (Primaner Zschiegner und Thiemann nach Mitteilung von Prof. Reimann).

b) Dauer 3^s. (Helmuth Reimann.)

2. Buchwald (15° 54′, + 51° 33′). Zeit 6^h 34^m. Die Bahn konnte »nicht genau festgelegt werden.« Der Anfangspunkt war »jedenfalls hoch am Himmel in der Nähe der Kassiopeia«, der Endpunkt »hinter« dem großen Bären. Nach einer Aufzeichnung wäre für diesen Punkt $\alpha = 143°$, $\delta = +62°$ anzunehmen. Dauer 7 bis 10^s Grell leuchtende bläulichweiße Kugel, Durchmesser $^1/_4$ ☽. In den Lichtausbrüchen fanden mehrere Unterbrechungen statt. Am Ende ist das Meteor nicht zerplatzt, sondern verschwand wie ein verglimmender Funke. (Lehrer E. Kühn.)

3. Wongrowitz (17° 12′3, + 52° 48′1). Die Feuerkugel war blau, schweiflos, heller als Venus, tauchte im Süden auf, etwa bei $\alpha = 20^h$, $\delta = -10°$ und bewegte sich langsam horizontal nach Westen, bis sie nach einem Weg von 30° hinter einem Hause verschwand. Dauer (Dr. Korn aus Berlin-Wilmersdorf.)

4. Breslau (17° 4′, + 51° 7′). Zeit 6^h 40^m. Das Meteor von außerordentlicher Größe und Helligkeit bewegte sich nicht weit vom Vorderende des großen Bären langsam der Erde zu. (Zeitungsnachricht).

Weitere belanglose Mitteilungen aus Zeitungen liegen für Bunzlau und Altenfließ vor.

Als Zeit der Erscheinung wurde 6^h 34^m MEZ angenommen. Die Beobachtung aus Hirschberg ergibt folgende Bahnpunkte:

$$A_1 = 208°2, \quad h_1 = 45°0, \quad A_2 = 183°0, \quad h_2 = 17°0$$
$$\alpha_1 = 36\cdot1, \quad \delta_1 = +70\cdot4, \quad \alpha_2 = 114\cdot5, \quad \delta_2 = +56\cdot0$$

Dem für Buchwald gegebenen Endpunkt entsprechen die horizontalen Koordinaten $A = 168°2$, $h = 25°0$. In Wongrowitz lag der Anfangspunkt nach der Beschreibung in $A = 1°3$, $h = 27°2$. Das Verschwinden hinter dem Hause erfolgte in $A = 35°1$, $h = 27°2$. Da das Meteor jedenfalls nicht unmittelbar erloschen ist, habe ich als Azimut des Endpunktes 45° mit der zugehörigen Höhe 25°6 angenommen.

Die drei Beobachtungen ergeben als geographische Lage des Endpunktes mit sehr guter Übereinstimmung

$$\lambda = 15°\ 48', \qquad \varphi = +51°\ 54'$$

Die aus den Beobachtungen Buchwald und Wongrowitz abgeleiteten Höhen weichen von Hirschberg in entgegengesetztem Sinne stark ab. Es wurde deshalb der auf zuverlässige Messungen gestützte Hirschberger Wert

$$H = 35\cdot1\ km$$

unverändert beibehalten. Das Mittel aus den beiden anderen Beobachtungen ist 44·0 *km*. Näheres enthält folgende Übersicht:

	A	$\triangle A$	h	H	$\triangle h$
Hirschberg	183°0	−0°4	17°0	35·1 *km*	0°0
Buchwald	168·2	+1·9	25·0	19·2	+15·6
Wongrowitz	45·0	−1·3	25·6	68·8	−12·5

In Wongrowitz muß die Bahn in ihrer ganzen Länge um 12°5 tiefer gelegt werden, da sonst die beobachtete horizontale Lage nicht mehr dargestellt wird. Es ergaben sich die Örter $\alpha_1 = 300°0$, $\delta_1 = -22°5$, $\alpha_2 = 257°2$, $\delta_2 = -14°2$. Unter Beibehaltung des Hirschberger Bahnbogens findet man den scheinbaren Strahlungspunkt in

$$\alpha = 315°, \qquad \delta = -23°$$

unfern χ Capricorni. Die Bewegung des Meteors erfolgte am Endpunkt der Bahn mit 13°9 Neigung aus dem Azimut 345°5. Wurde das Meteor in Wongrowitz wirklich schon in dem mitgeteilten ersten

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Bahnpunkt wahrgenommen, so würde das Aufleuchten 155 *km* über $\lambda = 17° \; 3'$, $\varphi = +48° \; 48'$ stattgefunden haben, 375 *km* vom Endpunkt entfernt. Bringt man von letzterem Wert den durch das Haus verdeckten etwa 28 *km* langen Teil am Ende der Bahn in Abzug, so folgt aus der Dauer von 5^s die geozentrische Geschwindigkeit $v = 69 \cdot 4$ *km*/sec. Da indessen in Wongrowitz Radiant und Anfangspunkt nur in geringem sphärischen Abstand voneinander lagen, so werden vorstehende Ergebnisse durch kleine Verschiebungen beider Punkte innerhalb der Grenzen vorkommender Fehler schon außerordentlich stark beeinflußt, so daß es ratsam ist, nur die Hirschberger Beobachtung allein zu berücksichtigen. Diese liefert als Ort der ersten Wahrnehmung

$$\lambda = 16° \; 3', \qquad \varphi = +51° \; 17', \qquad H = 53 \; 1 \; km$$

mit der Bahnlänge 73·0 *km*, doch ist sicher, daß die Feuerkugel schon beträchtlich früher erschienen ist. Die geozentrische Geschwindigkeit hätte demnach 36·5 *km*/sec., von der Erdstörung befreit 34·7 *km*/sec. betragen. Die Beobachtung aus Buchwald erlaubt keinen sicheren Schluß auf die Bahnlänge. Die große, vielleicht überschätzte Dauer deutet aber ebenfalls auf früheres Aufleuchten hin. Auf Grund der Hirschberger Werte findet man ferner als Zenitverschiebung des Radianten $\zeta = 2° \; 16'$, als Ort des verbesserten Radianten

$$\alpha = 315°4 \qquad \delta = -25°2$$
$$\lambda = 310 \cdot 6 \qquad \beta = -\;8 \cdot 0$$

Der Abstand dieses Punktes vom Zielpunkte der Erdbewegung war 169°1, woraus weiter die heliozentrische Geschwindigkeit $v'' = 64 \cdot 0$ *km*/sec. oder 2·17 in Einheiten der mittleren Erdgeschwindigkeit folgt. Wieder tritt die hyperbolische Eigenschaft der Bahn stark hervor, trotzdem sich die Nachweisung nur auf die durch den Luftwiderstand schon wesentlich gehemmte Bewegung nahe am Endpunkte bezieht.

Die Beobachtung aus Breslau ist bei der Bahnbestimmung nicht benutzt worden. Der berechnete Endpunkt liegt für Breslau in $\alpha = 182°4$, $\delta = +40°0$, unterhalb des Großen Bären, 15°7 über dem Horizont. Die nach rechts absteigende Bahn führt 9° links von η Ursae majoris vorüber, in Übereinstimmung mit der Beschreibung. Erfahrungsgemäß wird der Schweif des Bären meist als das Vorderende bezeichnet.

Meteor vom 26. Oktober 1910, $8^h \; 15^m$ MEZ.

Für diese Erscheinung liegen zwei gut übereinstimmende Meldungen vor.

1. Heimbach, Eifel (6° 28′, + 50° 38′) Zeit $8^h \; 17^m$. Die Ausmessung einer vom Beobachter, Herrn Dipl.-Ing. Trage, sauber ausgeführten Zeichnung ergab folgende Bahnpunkte:

$$\alpha_1 = 63°9, \qquad \delta_1 = +53°4, \qquad \alpha_2 = 64°1, \qquad \delta_2 = +45°1 \; (1910.0),$$

2. Düsseldorf (6° 46′3, + 51° 12′4). Zeit $8^h \; 14^m$. Durch die plötzliche Helligkeit aufmerksam geworden, bemerkte der Beobachter, Herr Römer, die Feuerkugel kurz vor dem Erlöschen. Der durch 6 bis 7^s sichtbare, anfangs weiße, dann gelbrote Funkenstreifen gestattete jedoch die Festlegung der scheinbaren Bahn von

$$\alpha_1 = 38°, \qquad \delta_1 = +48° \text{ nach } \alpha_2 = 35°, \qquad \delta_2 = +25°$$

Eine Ausgleichung der beobachteten Endpunkte fand in der Weise statt, daß nach dem von Bessel angegebenen Verfahren (A. N. **16**, 139) unter Beibehaltung der Bahnbogen ein zusammengehöriges Punktpaar aufgesucht wurde, wobei die beobachteten Endpunkte um je 3°5 in entgegengesetztem Sinne in den durch die Bewegung des Meteors gegebenen Großkreisen verschoben wurden.

Für das Erlöschen ergaben sich die Werte

$$\lambda = 8° \; 4', \qquad \varphi = +51° \; 13'5, \qquad H = 69 \cdot 4 \; km.$$

Der scheinbare Strahlungspunkt lag bei

$$\alpha = 60^\circ 5 \qquad \delta = +80^\circ 3$$
$$\lambda = 81\ 1 \qquad \beta = +57 \cdot 8,$$

in 66°5 Abstand vom Erdapex. Die Bewegung erfolgte am Endpunkt aus dem Azimut 195°3 mit 50°3 Neigung gegen den Horizont. Die erste Wahrnehmung der Feuerkugel fand nach den Beobachtungen in folgenden Punkten statt:

Heimbach.	$\lambda = 8^\circ\ 12'$	$\varphi = +51^\circ\ 36'$	$H = 120 \cdot 3$ *km*
Düsseldorf	8 13	+51 39·5	128·6

Die Länge der leuchtenden Bahn betrug 66 *km* nach der Beobachtung aus Heimbach, 77 *km* nach der Düsseldorfer Angabe. Wegen des Fehlens von Dauerschätzungen kann die Geschwindigkeit nicht ermittelt werden.

Meteor vom 29. Oktober 1910, $10^h\ 5^m$ MEZ.

1. Zeitz (12° 8′, + 51° 3′). Zeit $10^h\ 5^m$. Der Anfangspunkt lag etwas rechts von β Ursae minoris der Endpunkt etwas links von δ Ursae majoris. Nach dem Zerplatzen flog anscheinend ein Teil der Feuerkugel noch etwas weiter und zersprang dann ebenfalls. Farbe weiß bis hellblau, Schweifbildung gering, Dauer einige Sekunden. (Lehrer P. Richter.)

2. Klein Algermissen bei Hannover (9° 57′, + 52° 15′). Zeit $10^h\ 30^m$. Scheinbare Bahn von α Aurigae bis zu einem Punkt 2° südlich von β Ursae majoris. Helligkeit gleich der der Venus im höchsten Glanz, Farbe rötlich, Dauer 4 bis 5^s, lebhaftes Funkensprühen. Der Schweif blieb wohl 30^s sichtbar. (Heinrich Krone.)

Die scheinbaren Bahnen sind laut Beschreibung:

	α_1	δ_1	α_2	δ_2
Zeitz	212°	+75°	204°	+55°
Klein Algermissen		+45·9	164·5	+54·7

Die starke Abweichung der Zeitangaben sowie der Beschreibungen, besonders hinsichtlich des Schweifes, würden vermuten lassen, daß es sich um zwei verschiedene Meteore handelt, wenn nicht die gute innere Übereinstimmung der scheinbaren Bahnen dieser Annahme widerspräche. Unterschiede gleich den hier bestehenden kommen bei ungeübten Beobachtern ziemlich häufig vor und dürfen nicht ohne weiteres zur Ausschließung der betreffenden Beobachtungen führen. Ein gewisser Vorbehalt gegenüber den aus solchen Angaben gefolgerten Ergebnissen ist jedoch immerhin am Platze.

Zu einer sicheren Bestimmung der Bahn ist die Parallaxe nicht groß genug, doch bieten die abgeleiteten Ergebnisse zu Bedenken keinen Anlaß. Durch Anwendung des schon erwähnten Bessel'schen Verfahrens wurde auf ein zusammengehöriges Punktpaar in den unveränderten Bahnbogen geschlossen. Behält man den für Klein Algermissen gegebenen Endpunkt bei, so ist für Zeitz der neue Endpunkt $\alpha = 203^\circ 1$, $\delta = +49^\circ 6$ einzuführen, in Übereinstimmung mit der Angabe, daß ein Teil des Meteors sich noch weiter nach dem Horizont zu bewegt habe. Der Zeitangabe des Herrn Richter, $10^h\ 5^m$ MEZ, wurde der Vorzug gegeben. Das Erlöschen der Feuerkugel erfolgte demnach in

$$\lambda = 10^\circ\ 54', \qquad \varphi = +54^\circ\ 47'5, \qquad H = 101\ km$$

über dem Langelands-Belt, einem Teil der Ostsee zwischen den dänischen Inseln Laaland und Langeland. Die Endhöhe liegt beträchtlich über dem Durchschnitt, was seine Erklärung in der geringen Neigung der Bahn findet. Als Ort des scheinbaren Radianten wurde

$$\alpha = 21^\circ \qquad \delta = -30^\circ,$$

im Skulptor, ermittelt. Das Bahnazimut war 345°9, die Neigung am Endpunkt 4°0. Mit naher Übereinstimmung ergaben die Beobachtungen folgende Anfangspunkte und Bahnlängen:

Zeitz	$\lambda = 11^\circ 53'$	$\varphi = +52^\circ 29'$	$H = 125$ *km*	$L = 253$ *km*
Klein Algermissen	11 48	+52 38.5	123	234

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Aus der in Klein Algermissen beobachteten Dauer in Verbindung mit der zugehörigen Bahnstrecke von 234 *km* folgt die geozentrische Geschwindigkeit 52·0 *km*/sec., welche sich durch Anbringung der Erdstörung auf 50·7 *km*/sec. vermindert. Die Zenitverschiebung des Radianten betrug 1° 21 der verbesserte Radiant lag in

$$\alpha = 21°2 \qquad \delta = -31°3$$
$$\lambda = 5·5 \qquad \beta = -36·9,$$

113°3 vom Erdapex entfernt. Die heliozentrische Geschwindigkeit hat demnach 68 *km*/sec. betragen oder 2·30 in Einheiten der mittleren Erdgeschwindigkeit. Die kosmische Bahn war hyperbolisch.

Meteor vom 20. September 1911, 8^h 2^m MEZ.

Über diese sehr helle Feuerkugel liegen vier zum Teil recht gute Beobachtungen vor:

1. Potsdam, Astrophysikalisches Observatorium (13° 4', + 52° 22'5). Das Meteor wurde um 8^h 2^m MEZ von Dr. Bottlinger beobachtet. Es hinterließ einen mehrere Sekunden sichtbaren Schweif und war zum Schluß so hell, daß es die Landschaft beleuchtete. Eine beigefügte Darstellung der scheinbaren Bahn ergibt die Koordinaten $\alpha_1 = 242°7$, $\delta_1 = +53°0$, $\alpha_2 = 240°0$, $\delta_2 = +17°3$.

2. Zeitz (12° 8', + 51° 3'). Aufleuchten etwas links vom Polarstern, Erlöschen wenig rechts unterhalb von β Ursae majoris, woraus auf die Koordinaten $\alpha_1 = 200°$, $\delta_1 = +87°$, $\alpha_2 = 157°$, $\delta_2 = +56°$ geschlossen wurde. Das Meteor war überaus hell und hinterließ einen Streifen. (Lehrer Hering, mitgeteilt von P. Richter.)

3. Falkenau in Böhmen (14° 32', + 50° 48'5). Aus der Nähe von ε Ursae majoris nach 12 Canum venaticorum, $\alpha_1 = 192°7$, $\delta_1 = +56°6$, $\alpha_2 = 192°9$, $\delta_2 = +38°8$. Doppelte Helligkeit des Jupiter, Farbe grünlichweiß, Dauer $1·5^s$, Schweif nicht besonders hell. (Lehrer Oswald Wedlich.)

4. Göttingen (9° 56', + 51° 32'5). Herr cand. astr. Rauschelbach gibt als »Ort des Meteors« an: $A = 238°$, $h = 35°$, welche Werte sich sehr wahrscheinlich auf den Endpunkt beziehen. Die Feuerkugel bewegte sich von links nach rechts abwärts. Nach einer Skizze betrug die Neigung am Endpunkt 9°, vielleicht auch mehr, bis etwa 20° Farbe weiß, blitzartige Erhellung des Himmels.

Die Zeit der Erscheinung ist durch die Potsdamer Beobachtung mit 8^h 2^m MEZ sicher gegeben. Die Angaben bezüglich des Endpunktes sind ohne weiteres verwendbar und lieferten als wahren Ort desselben

$$\lambda = 11° 24', \qquad \varphi = +52° 7', \qquad H = 80·5 \pm 12·3\ km.$$

Einzelheiten enthält die folgende Zusammenstellung:

	A	$\triangle A$	h	$\triangle h$	H	Gewicht
Potsdam.	73°9	+3°0	33°6	+0°1	80·0 *km*	1
Zeitz.	156·7	+0·5	22·3	+8·5	58·7	½
Falkenau	126·4	−1·5	20·9	−5·1	108·1	½
Göttingen.	238·0	−0·4	35·0	−1·3	84·4	1

Die Beobachtungen werden innerhalb der zulässigen Fehlergrenzen dargestellt. Starke Abweichung zeigt nur die in Zeitz beobachtete Endhöhe.

Zwecks Ermittlung des Radianten wurden die berechneten verbesserten Endpunkte mit den beobachteten ersten Bahnpunkten verbunden, wodurch sich folgende scheinbare Bahnen ergaben:

	α_1	δ_1	α_2	δ_2
Potsdam.	242°7	+53°0	238°1	+19°0
Zeitz..	200·0	+87·0	164·5	+63·6
Falkenau	192·7	+56·6	190·5	+34·0

Diese lieferten mit sehr guter Übereinstimmung den Ort des Radianten:

$$\alpha = 321°0 \qquad \delta = +86°1.$$

Die Verbesserungen der ersten Bahnpunkte sind gering und durchweg kleiner als 0°5.

In Göttingen lag der scheinbare Endpunkt der Bahn in $\alpha = 23°2$, $\delta = +45°4$. Benutzt man die Bahnneigungen 9° und 20° und gibt dem ersten Wert doppeltes Gewicht, so kann auf einen ersten Bahnpunkt in $\alpha = 113°8$, $\delta = +68°9$ geschlossen werden. Der dadurch bestimmte Großkreis läuft 25° unterhalb des Radianten vorüber, so daß die Neigung in der Tat beträchtlich größer gewesen sein muß, als der Beobachter angibt. Offenbar ist nur der letzte Teil der Bahn wahrgenommen und die Bahnlage daher unsicher aufgefaßt worden.

Die Bahn der Feuerkugel war 55°6 gegen den Horizont des Endpunktes geneigt und aus dem Azimut 182°6 gerichtet. Für das Aufleuchten ergibt die Potsdamer Beobachtung die Werte

$$\lambda = 11°\ 26'5, \qquad \varphi = +52°\ 48'5, \qquad H = 192\ km.$$

Die zugehörige Bahnlänge ist 133 *km*. Die Beobachtung aus Falkenau verlangt etwas größere Anfangshöhe und Bahnlänge; der in Zeitz beobachtete Anfangspunkt ist wegen der Nähe des Radianten für diesen Zweck nicht verwertbar. Das Meteor bewegte sich durch das Zenit von Kahrstedt in der Altmark östlich von Gardelegen vorbei über Neuhaldensleben und Ochtmersleben zum Endpunkte 17 *km* westlich von Magdeburg.

Die einzige vorkommende Dauerschätzung, Falkenau $1 \cdot 5^s$, ist offenbar viel zu niedrig gegriffen und würde eine unwahrscheinlich große Geschwindigkeit ergeben. Der Strahlungspunkt lag, auf die Ekliptik bezogen, in $\lambda = 81°5$, $\beta = +68°8$; der Abstand vom Zielpunkt der Erdbewegung betrug 68°9.

Das Meteor zeichnete sich durch große Helligkeit aus, worauf auch in einer Reihe für die Bahnbestimmung belangloser Nachrichten aus Ziesar, Kehnert a. Elbe, Authausen b. Halle und Schweidnitz hingewiesen wird.

Meteor vom 23. August 1913, $9^h\ 32^m\ 7^s$ MEZ.

Die Feuerkugel kam während einer vereinbarten Beobachtungssitzung auf den Stationen Sonneberg und Jena zur Aufzeichnung. Es liegen folgende Angaben vor:

	MEZ	α_1	δ_1	α_2	δ_2	D	Beobachter
Sonneberg..	$9^h\ 32^m$	283°0	+36°5	227°5	+30°5	3°5	Hoffmeister
Jena..	9 32	264·7	+11·3	232·8	+13·0	3·5	Nagel

Als sicherer Bahnpunkt ist außerdem in Sonneberg $\alpha = 259°5$, $\delta = +36°6$ bezeichnet, so daß die Bahn in ihrer ganzen Länge um 0°7 südlicher anzunehmen wäre. Die Ausgleichung der Endpunkte geschah unter Beibehaltung der durch die Beobachtungen gegebenen Großkreise. Die ermittelten verbesserten Endpunkte sind, in naher Übereinstimmung mit den beobachteten Werten:

Sonneberg.	$\alpha = 226°0$	$\delta = +29°4$
Jena.	234·9	+13·0

und ergaben als wahren Ort des Endpunktes

$$\lambda = 9°\ 12'5, \qquad \varphi = +50°\ 26', \qquad H = 111 \cdot 8\ km.$$

Der scheinbare Strahlungspunkt lag bei

$$\alpha = 11° \qquad \delta = -10°$$

Von der Erdoberfläche im Ort der Projektion des Endpunktes gesehen, befand sich der Radiant zur Zeit der Erscheinung noch 2°8 unter dem Horizont. Die Bahn des Meteors verlief fast horizontal, gering aufsteigend, aus dem Azimut 282°3, wodurch sich auch die das Mittel beträchtlich übersteigende Endhöhe erklärt. Für Bahnlänge und geozentrische Geschwindigkeit ergaben die Beobachtungen:

Sonneberg..	$L = 133 \cdot 0\ km$,	$v = 38 \cdot 0\ km$/sec.
Jena.	114·5	32·7

so daß als Mittel der Geschwindigkeit $v = 35 \cdot 4\ km$/sec. angenommen werden kann, welcher Wert sich durch Berücksichtigung der Erdbeschleunigung auf 33·6 *km*/sec. vermindert. Das Aufleuchten erfolgte nach der Sonneberger Beobachtung bei

$$\lambda = 11°\ 3', \qquad \varphi = +50°\ 10', \qquad H = 106 \cdot 7\ km.$$

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Die Zenitverschiebung des Radianten betrug 2° 45' Der Ort des verbesserten scheinbaren Strahlungspunktes ist

$$\alpha = 12^\circ 4 \qquad \delta = -12^\circ 4$$
$$\lambda = 6\ 4 \qquad \beta = -16 \cdot 3,$$

in 56°0 Abstand vom Zielpunkt der Erdbewegung gelegen. Hieraus folgt weiter als heliozentrische Geschwindigkeit 26·3 *km*/sec. oder 0·89 in Einheiten der mittleren Erdgeschwindigkeit.

Das Meteor vom 23. August 1913 stellt einen der seltenen Fälle dar, bei welchen mit einiger Sicherheit auf eine elliptische Bahn geschlossen werden kann. Das Ergebnis gewinnt an Wahrscheinlichkeit, wenn man berücksichtigt, daß die Grundlagen von zwei geübten Beobachtern herrühren und hinsichtlich der Dauerschätzungen völlig, hinsichtlich der Bahnlängen innerhalb der erfahrungsgemäß zu erwartenden Grenzen übereinstimmen. Die große Länge der scheinbaren Bahnen macht außerdem einen wesentlichen Fehler im Ort des Radianten ziemlich unwahrscheinlich. Auch spricht die große Endhöhe gegen eine stärkere Neigung der Bahn, die notwendigerweise mit einer Verschiebung des Radianten verknüpft wäre. Wenn also hier die elliptische Form der Bahn recht wahrscheinlich ist, so ist damit noch nicht erwiesen, daß das Meteor ein beständiges Glied des Sonnensystems gewesen ist. Vielmehr könnte die gefundene Bahn sehr wohl durch den Einfluß der Störungen durch die großen Planeten zustande gekommen sein. Fast mit Sicherheit kann angenommen werden, daß das Meteor in einer solchen Bahn bereits früher nahe Begegnungen mit der Erde gehabt hat, daß also auch mehrfach wesentliche Beeinflussungen der Bahnform stattgefunden haben. Allerdings würde die Erdschwerkraft allein nicht hinreichen, eine Hyperbel von großer Exzentrizität, wie sie bei den meisten Feuerkugeln die Regel ist, in eine enge Ellipse zu verwandeln, und man müßte dafür schon einen der großen äußeren Planeten verantwortlich machen, während der Erde nur die weitere Umgestaltung in eine engere Ellipse vorbehalten bliebe. Daß es Meteore gibt, deren Bahnen gleich denen gewisser Kometen durch Planetenstörungen, insbesondere seitens Jupiters und Saturns, völlig verändert werden, unterliegt keinem Zweifel, nur werden solche Körper recht selten zur Beobachtung gelangen. Daß ähnliche geschlossene Bahnen auch als Folge des Durchgangs genügend großer Massen durch die äußeren Teile der Sonnen- und Planetenatmosphäre entstehen können, sei hier nur andeutungsweise erwähnt.

Das Meteor vom 23. August 1913 trat in Sonneberg als blaue Feuerkugel von mehrfacher Venushelligkeit in Erscheinung, während es nach der Jenaer Beobachtung nur etwa die Sterngröße -2^m5 besessen hatte. Der Unterschied ist wenigstens teilweise eine Folge der verschiedenen Entfernung von den Beobachtungsorten. In Sonneberg wurde ein heller Schweifansatz von rötlicher Farbe beobachtet. Nach der Angabe aus Jena zerfiel die Feuerkugel am Ende in mehrere Teile, welcher Vorgang in Sonneberg nicht beobachtet wurde, weil das Meteor daselbst kurz vor dem Erlöschen hinter einem Teil des Gebäudes verschwand.

Meteor vom 24. September 1913, $10^h\ 43^m$ MEZ.

Über diese merkwürdige Feuerkugel liegen drei Berichte vor, die für die scheinbare Bahn gute Anhaltspunkte liefern. Die Besonderheit des Falles läßt etwas größere Ausführlichkeit geboten erscheinen.

1. Coesfeld (7° 10', + 51° 57'). Herr Pfarrer Gruwe bemerkte das Meteor gegen $10^h\ 45^m$ »ganz in der Nähe der Kapella«. Es zog dann ziemlich langsam in einem langgestreckten flachen Bogen oberhalb der Plejaden vorüber bis durch das Sternbild der Fische hindurch. Die Entfernung der Bahn von den Plejaden war ungefähr gleich der Hälfte des Abstandes des Aldebaran von den Plejaden. Das Meteor hinterließ einen lebhaft funkensprühenden Schweif, der auf der ganzen Länge der Bahn noch einige Zeit sichtbar blieb.

2. Dortmund (7° 28', + 51° 31'). Zeit $10^h\ 43^m$. $\alpha_1 = 5^h\ 45^m$, $\delta_1 = +54°$, $\alpha_2 = 0^h\ 10^m$, $\delta_2 = +17°$ Farbe sprühend rot. Dauer 3^s5. Der Schweif war grellrot und bestand aus einer langen, schnurgeraden Reihe dichter Punkte, zuerst strichförmig, dann 5' breit. Die Sichtbarkeit des Schweifes währte 9^s, in einzelnen Teilen bis zu 15^s. Das Meteor zersprang am Ende der Bahn in einen größeren und vier kleinere blaugeränderte Teile. (W. Spill, Annen.)

3. Münster (7° 37', + 51° 57'5). Das außergewöhnlich große Meteor kam um $10^h\ 43^m$ aus der Richtung der Kassiopeia und bewegte sich über γ Andromedae nach den Fischen. Seine Bewegung

war weit langsamer, als man sie sonst in der Regel bei Meteoren beobachtet. Der glühende Kopf hinterließ eine lange leuchtende Spur nach Art einer Rakete. Vor dem Erlöschen verschwand die Feuerkugel hinter einem Dache. (Landeshauptmann Dr. Hammerschmidt.)

Als Zeit der Erscheinung ist $10^h\ 43^m$ anzunehmen. Die Ermittlung des Endpunktes stützt sich auf die Beobachtungen aus Dortmund und Coesfeld, doch nur in ersterer ist der Ort des Erlöschens wirklich sicher bezeichnet. Der dem Dortmunder Endpunkt entsprechende Punkt des in Coesfeld beobachteten Bahnbogens mußte auf dem durch $\alpha = 4°7$, $\delta = -34°7$ und $\alpha = 2°9$, $\delta = 0°$ gehenden Großkreis liegen. Nach sorgsamer Erwägung habe ich mich auf Grund der Beschreibung der sonstigen Bahn für $\alpha = 3°5$, $\delta = -10°0$ entschieden. Hiermit ergab sich als Ort des Erlöschens der Feuerkugel:

$$\lambda = 7°\ 45', \qquad \varphi = +51°\ 18', \qquad H = 37 \cdot 0\ km.$$

Von Münster gesehen lag der Endpunkt bei $\alpha = 343°5$, $\delta = -11°8$. Die Lage der scheinbaren Bahnen ist von allen Beobachtern sicher bezeichnet. Es ergaben sich folgende Bahnbogen auf Grund der oben wiedergegebenen Berichte:

Coesfeld..	$\alpha_1 = 76°0$	$\delta_1 = +43°0$	$\alpha_2 = 3°5$	$\delta_2 = -10°0$
Dortmund	86·3	+54·0	2·5	+17·0
Münster	29·7	+41·9	343·5	11·8

Hieraus folgt der Ort des scheinbaren Strahlungspunktes

$$\alpha = 128°0, \qquad \delta = +44°0.$$

Die Verbesserungen der ersten Bahnpunkte sind gering: Coesfeld 0°0, Dortmund +0°7, Münster −1°5. Das Azimut der Bahn war 200°4, die Neigung am Endpunkt betrug 8°5. Die erste Wahrnehmung erfolgte in Coesfeld, als sich die Feuerkugel 60·8 *km* hoch über $\lambda = 8°\ 32'$, $\varphi = +52°\ 32'5$ befand. Die entsprechende Bahnlänge ist 149·7 *km*. Die Dortmunder Beobachtung ergibt 96·1 *km* Bahnlänge. Mittels der zugehörigen Dauer von 3^s5 folgt daraus die geozentrische Geschwindigkeit $v = 27 \cdot 5$ *km*/sec. und $v' = 25 \cdot 1$ *km*/sec., welch letzterer Wert für die Erdstörung verbessert ist. Die Zenitverschiebung des scheinbaren Radianten betrug 4° 30', wodurch dieser zu liegen kommt nach

$$\alpha = 129°8, \qquad \delta = +39°7$$
$$\lambda = 121 \cdot 7 \qquad \beta = +20 \cdot 5$$

in 35°4 Abstand vom Zielpunkt der Erdbewegung. Weiter findet man die außergewöhnlich kleine heliozentrische Geschwindigkeit

$$v'' = 17 \cdot 2\ km/\text{sec.}$$

Die vorstehenden Ergebnisse weichen hinsichtlich der Anfangshöhe und der Geschwindigkeit so stark von den Durchschnittswerten ab, daß ohne weiteres der Verdacht entstehen muß, dieselben seien durch irgend einen Irrtum in den Beobachtungen oder durch unrichtige Deutung der letzteren entstellt. Die Kritik der Beobachtungen wird uns indessen eines Besseren belehren.

In Dortmund wurde die scheinbare Bahn einwandfrei nach Anfang und Ende bezeichnet, so daß jede Willkür ausgeschlossen ist. Anders verhält es sich mit der Beobachtung aus Coesfeld. Ein durch Kapella und den Punkt $\alpha = 50°$, $\delta = +30°$ nordwestlich der Plejaden gelegter Großkreis würde den Endpunkt bei $\alpha = 4°1$, $\delta = -21°3$ ergeben. Daraus würde eine beträchtlich geringere Endhöhe folgen und das ganze Ergebnis damit noch viel unwahrscheinlicher gemacht werden. Auch hätte es der Beobachter sicher erwähnt, wenn sich das Meteor nach Durchkreuzung der Fische noch bis über β Ceti hinaus bewegt hätte. Dadurch sah ich mich veranlaßt, den Endpunkt bei $\alpha = 3°5$, $\delta = -10°$ anzunehmen. Wollte man noch weiter nördlich gehen, etwa bis −5°, so würde einer der beiden sicheren Bahnpunkte bei Kapella und nordwestlich der Plejaden nicht mehr innerhalb der zulässigen Grenze dargestellt werden. Auf eine größere Höhe als 37 *km* für den Endpunkt kann also nicht geschlossen werden, eine kleinere widerspricht, wie wir sahen, der Coesfelder Beobachtung ebenfalls. Der Bahnbogen, welcher

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

der berechneten Bahn entspricht, beginnt für Coesfeld 3° südlich der Kapella, geht 1° nordwestlich jenes zweiten sicher bezeichneten Punktes vorüber, kreuzt die Fische zwischen ζ und μ und endet bei ι Ceti, nicht weit vom südlichen Teil der Fische.

Die Beobachtung aus Münster enthält einen inneren Widerspruch, denn eine Bahn von der Kassiopeia nach den Fischen kann nicht über γ Andromedae gehen. Auch wäre eine solche Bahn unmöglich mit den anderen Beobachtungen zu vereinigen. Die sichere Beziehung auf γ Andromedae erhielt den Vorzug, was auch ohne die mangelnde Übereinstimmung mit den sonstigen Beobachtungen ohne weiteres berechtigt wäre, und die damit erzielte Bahn schließt sich den Angaben aus Dortmund und Coesfeld vorzüglich an. Die schließlich aus der Rechnung folgende Bahn geht 1°5 südöstlich von γ Andromedae vorüber, verläuft etwa an der Grenze zwischen den Fischen einerseits, Andromeda und Pegasus anderseits, überschreitet den westlichen Teil der Fische zwischen α und λ und endet wenig nördlich ω Aquarii, doch ist bekanntlich der letzte Teil der Bahn nicht mehr beobachtet worden. Die erste Wahrnehmung mag in der Perseusgegend erfolgt sein, etwa 10° von der Kassiopeia entfernt, so daß die Beziehung auf dieses bekannte Sternbild immerhin gerechtfertigt sein mag.

Es zeigt sich also, daß die Darstellung der Beobachtungen durch die berechnete Bahn so gut ist, wie man dies nur wünschen kann und daß irgend welche Bedenken gegen letztere daraus nicht hergeleitet werden können. Für die Nachweisung des Radianten und der Bahnlänge sind die Verhältnisse insofern nicht günstig, als sich die Verlängerungen der scheinbaren Bahnen unter einem recht spitzen Winkel schneiden. Es ist deshalb nicht ausgeschlossen, daß der Radiant näher bei den beobachteten Anfangspunkten gelegen hat, womit sich auch eine größere Bahnlänge und Geschwindigkeit ergeben würde. Wesentliche Änderungen in dieser Hinsicht würden jedoch wieder bedenkliche Verschiebungen der sicher beobachteten Bahnpunkte zur Folge haben.

Auf Grund verschiedener, an anderen Meteoren gewonnener Erfahrungen glaube ich mit Bestimmtheit annehmen zu dürfen, daß im vorliegenden Falle nur die letzten Teile einer sehr langen Bahn zur Darstellung gelangten. Es spricht nichts gegen die Annahme, daß das Meteor bereits viel früher und in viel größerer Höhe aufleuchtete und in einer Bahn einherzog, deren Länge bei der gefundenen geringen Neigung 500 bis 1000 *km* betragen haben kann. Aus den in Betracht kommenden Gebieten, Norwegen, Schweden, Dänemark sind Beobachtungen nicht eingelaufen. Für unser nordwestdeutsches Beobachtungsgebiet befand sich das Meteor in jenen oberen Teilen der Bahn so nahe am Horizont, war auch noch so lichtschwach, daß es leicht erklärlich ist, wenn es die Aufmerksamkeit der Beobachter im Dunstkreis der Städte erst so viel später auf sich zog. Die geringe Geschwindigkeit erklärt sich dann als Folge des Luftwiderstandes.

Der vorliegende Fall ist ein lehrreiches Beispiel dafür, wie selbst gute, fehlerfreie Beobachtungen zu ganz entstellten Ergebnissen führen können, wenn man bei der Bearbeitung unkritisch verfährt oder anderweitig gewonnene Erfahrungen außeracht läßt.

Die Lichterscheinungen sind von den Beobachtern anschaulich beschrieben worden, so daß sich Weiteres erübrigt. In allen Mitteilungen wird der Schweif hervorgehoben. Die Schätzung seiner schließlichen Breite in Dortmund gibt, bezogen auf eine Entfernung von 50 *km*, für den wahren Durchmesser der leuchtenden Spur etwa 70 *m*.

Nach Abschluß vorliegender Untersuchung fand ich noch folgende Beobachtung im »Sirius«, 46. Band (1913), p. 283:

Aachen (6° , + 50° 47'). »Den 24. September 1913, 18 Minuten vor 11 Uhr, sah ich eine prachtvolle hellgelbe Feuerkugel, die Jupiter an Helligkeit weit übertraf. Plötzlich erschien nämlich bei α im Großen Bären ein großer gelber Stern ohne Schweif, der sich in gerader Richtung auf Aldebaran sehr schnell bewegte. Erst im zweiten Drittel der Bahn entstand ein heller Schweif, der sich unten und oben von der Bahn ausbreitete. Im letzten Drittel der Bahn teilte sich die Kugel in viele kleine wobei die Spitze immer noch sehr groß blieb. Leider konnte ich das Verschwinden nicht genau sehen, da eine Wand vorstand. Auf den Sternkarten geht die gerade Linie von α Ursae majoris zwischen α und β im Fuhrmann nach Aldebaran. Mir schien aber am Himmel, daß die gerade Linie unter β im Fuhrmann verlief.« (C. A. Keller.)

Da die Lage des Beobachtungsortes derart ist, daß sich gegenüber den zur Bahnberechnung benutzten scheinbaren Bahnen nur eine geringe Parallaxe ergibt, da ferner auch hier der Endpunkt nicht sicher bezeichnet ist, glaubte ich auf eine Wiederholung der ganzen Arbeit verzichten zu dürfen und beschränkte mich auf die Nachprüfung, inwieweit die berechnete Bahn der neu hinzugekommenen Beobachtung genügt.

Der oben abgeleitete Endpunkt des Meteors mußte in Aachen bei $\alpha = 76°2$, $\delta = +29°3$ und 15°8 hoch im Azimut 243° erscheinen. Dieser Punkt liegt genau auf der Verbindungslinie von α Ursae majoris nach α Tauri, etwa 15° von letzterem Stern entfernt. — Der vom Beobachter angegebene Bahnbogen läuft nur 1° südöstlich von β Aurigae vorbei. Ist es schon nach dem Wortlaut der Beobachtung nicht wahrscheinlich, daß das Meteor so dicht bei β Aurigae vorüberzog, so zeigt sich beim Vergleich mit den anderen Beobachtungen ein so starker Widerspruch, besonders gegenüber den sicheren Beziehungen in Dortmund und Coesfeld, daß der mitgeteilte Anfangspunkt der Bahn bei α Ursae majoris unmöglich richtig sein kann. Wollte man diesen Punkt beibehalten, so müßten die anderorts beobachteten Bahnen völlig verändert werden. Auffällig ist nur, daß die Beziehung auf die Kassiopeia in Münster recht gut dargestellt wird, was aber gegenüber den sonstigen Bedenken kaum ins Gewicht fallen kann. Behält man den berechneten Radianten bei, so kann in Aachen das Aufleuchten frühestens bei $\alpha = 120°$, $\delta = +43°$ im Lynx, etwa 10° südwestlich von ι und $\varkappa$ Ursae majoris, erfolgt sein. Die Bahn geht dann bei ϑ Aurigae vorüber, 8° von β Aurigae entfernt, und endet an der Grenze von Auriga und Taurus. Ihre Verlängerung weist auf einen Punkt etwa 5° nordwestlich von α Tauri, welcher Stern ebenso wie der Endpunkt des Meteors für den Beobachter verdeckt gewesen sein muß.

Die Erklärung des Widerspruchs ist vermutlich darin zu suchen, daß der Radiant in der Tat den in Dortmund und Coesfeld beobachteten Anfangspunkten etwas näher, vielleicht bei $\alpha = 110°$, $\delta = +50°$ gelegen war und daß der Beobachter in Aachen die Bahn unwillkürlich nach rückwärts verlängert hat, welcher Fehler ziemlich häufig auftritt, freilich selten in dem hier angedeuteten Maße.

Meteor vom 30. September 1913, 7^h 25^m MEZ.

1. Ochtrup (7° 12', + 52° 13'), Zeit 7^h 25^m, $\alpha_1 = 45°$, $\delta_1 = +67°$, $\alpha_2 = 31°$, $\delta_2 = +52°$, doppelte Helligkeit der Venus, weiß, ohne Schweif. Auf der durch obengenannte Orte bezeichneten Strecke verteilt erschienen gleichzeitig 4 oder 5 leuchtende Punkte, die sich folgten und in einer kleinen Neigung eine kurze Strecke liefen. (Kaplan Rotz, die Bahn wurde unmittelbar nach der Beobachtung von Herrn G. Landwehr festgestellt.)

2. Münster (7° 37', + 51° 57'5). Zeit 7^h 24^m. Eine vorläufige Mitteilung enthält eine Zeichnung der Bahn mit Bezug auf den Großen Bären, eine zweite Karte gibt übereinstimmend damit die Örter $\alpha_1 = 157°$, $\delta_1 = +59°$, $\alpha_2 = 142°$, $\delta_2 = +48°$, nur findet sich auf der Zeichnung der Vermerk, daß die Bahnlänge »etwa 6°« betragen habe, wogegen die mitgeteilten Örter 14° 6' ergeben. Die Helligkeit übertraf die der Venus, Farbe grün, Dauer etwas weniger als 2^s, Schweifbildung gering, anscheinend einem Funkenregen gleichend. Der Beobachter bezeichnet die Bahn als nicht sehr sicher, da er sich im Freien befand und keine Sternkarte bei sich hatte. Die Beziehung auf den Großen Bären ist jedoch gut verbürgt. (Stud. theol. E. Niebecker.)

3. Bothkamp, Sternwarte (10° 8', + 54° 12'). Zeit 7^h 25^m5. Das Meteor war »1. Größe (etwa wie Jupiter)« und von gelber Farbe, es flog in 1^s nicht sehr schnell von $\alpha = 228°$, $\delta = +8°$ nach $\alpha = 242°$, $\delta = -9°$ Besonders merkwürdig war in der Nähe von u Serpentis der Übergang der gelben Farbe in grün, wobei es zugleich wesentlich heller und scheinbar größer (etwa 10') wurde. Unter δ Ophiuchi zersprang es in eine Folge von 4 bis 5 hintereinander herfliegenden Lichtpunkten, die rasch erloschen. Ein Schweif oder nachleuchtende Materie wurde nicht bemerkt. (Dr. H. H. Kritzinger.)

Auf dem Horizont der Beobachtungsorte bezogen haben die beobachteten Endpunkte folgende Örter:

Ochtrup..	$A = 227°6$	$h = 34°4$
Münster.	160·4	13·0
Bothkamp.	54·3	12·7

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Die Berechnung des Falles bietet einige Schwierigkeiten, die nicht ganz leicht zu beseitigen sind. Alle Mitteilungen enthalten unmittelbar die Koordinaten der beobachteten Bahnen, zwei derselben sind durch Zeichnung gesichert, und die Namen der Urheber, die sämtlich mehrfach derartige Beobachtungen eingesandt haben, bieten Gewähr für Zuverlässigkeit innerhalb gewisser Grenzen. Trotzdem treten starke Widersprüche auf. Die in Münster und Ochtrup beobachteten Azimutstrahlen schneiden sich bei $\lambda = 7°\ 24'5$, $\varphi = +\ 52°\ 20'5$; die zugehörigen wahren Höhen sind 14·9 *km* aus Ochtrup, 10·6 *km* aus Münster. Schaltet man Ochtrup ganz aus und verbindet die verläßlichen Beobachtungen aus Bothkamp und Münster miteinander, so liegt der Schnittpunkt bei $\lambda = 7°\ 5'$, $\varphi = +\ 52°\ 52'$ mit den Höhen: Bothkamp 62·4 *km*, Münster 25·8 *km*. Es zeigt sich also ein unzulässiger Widerspruch in den Höhen, ganz abgesehen davon, daß das in Ochtrup beobachtete Azimut um nicht weniger als 52° verkleinert werden, die Bahn mithin nach einer ganz anderen Himmelsgegend verlegt werden müßte. Ein Versuch, die Beobachtungen Münster und Bothkamp mittels des Bessel'schen Verfahrens auszugleichen, führte ebenfalls zu keinem brauchbaren Ergebnis, da auch dann die Beobachtung aus Ochtrup noch stark geändert werden müßte.

Es scheint mir folgender Sachverhalt vorzuliegen: Die in Ochtrup und Bothkamp beobachteten Bahnen haben überhaupt keinen Punkt gemeinsam, vielmehr beginnt die erstgenannte frühestens dort, wo die zweite endigt. Zu dem gleichen Schluß gelangt man, wenn man die Beschreibungen der Lichterscheinungen berücksichtigt: Der Beobachter in Bothkamp verlegt die Teilung des Meteors in das Azimut von δ Ophiuchi, unmittelbar vor das Ende seiner Bahn. In Ochtrup dagegen durchlief das Meteor die ganze gesehene Bahn in geteiltem Zustande. Der Beobachter erblickte es offenbar erst, nachdem die Teilung erfolgt war und gelangte so zu der Meinung, daß das Meteor vorher gar nicht als Ganzes bestanden habe. Das vorzeitige Ende der Bahn in Bothkamp scheint durch Wolken veranlaßt zu sein, die auch auf Herrn Dr. Kritzingers Zeichnung zu sehen sind.

Nach den Beobachtungen aus Münster und Ochtrup wäre der Endpunkt im Mittel 12·8 *km* über den oben angeführten Ort zu verlegen. Dieser Punkt erschien in Bothkamp bei $A = 42°4$, $h = 1°5$ und $\alpha = 247°5$, $\delta = -24°4$. Er fällt genügend nahe in die Verlängerung des beobachteten Bahnbogens, besonders wenn man eine sich bei der Bestimmung des Radianten ergebende Richtungsänderung der ganzen Bahn berücksichtigt. Um einen noch etwas besseren Anschluß zu erzielen, glaubte ich die scheinbare Höhe um etwa 0°5 vergrößern zu sollen. Man findet dann für das schließliche Erlöschen des Meteors den Ort

$$\lambda = 7°\ 24'5, \qquad \varphi = +\ 52°\ 20'5, \qquad H = 15\ km,$$

woraus sich folgende Darstellung der beobachteten Endpunkte ergibt:

Ochtrup	$\Delta A =$ 0°0	$\Delta h = +$ 0°2
Münster	0·0	+ 5·2
Bothkamp.	− 11·8	− 10·8.

Die starke Änderung der Bothkamper Beobachtung kann, wie angeführt, durch die Bewölkungsverhältnisse und die horizontnahe Lage der Bahn zwanglos erklärt werden. Die Verbesserungen der anderen Beobachtungen liegen innerhalb der erfahrungsmäßigen Grenzen.

Auch hinsichtlich des Radianten sind einige Unstimmigkeiten aufzuklären. Der Schnittpunkt der verlängerten Bahnbogen aus Ochtrup und Münster, welchen ich als scheinbaren Strahlungspunkt beibehalten habe, liegt bei

$$\alpha = 170°, \qquad \delta = +\ 64°$$

Dagegen verläuft die Verlängerung der Bothkamper Bahn etwa 15° südlich dieses Punktes und schneidet den für Münster geltenden Bogen innerhalb des beobachteten Bahnstückes. Will man letztere Beobachtung nicht völlig verwerfen, wozu sonst keinerlei Anlaß besteht, so bleibt nur die Annahme übrig, daß die in Bothkamp beobachtete Bahnrichtung entsprechend zu berichtigen ist. Verbindet man den Radianten mit dem für Bothkamp berechneten scheinbaren Endpunkt, so konnte das Aufleuchten in diesem Großkreis etwa bei $\alpha = 232°$, $\delta = +\ 10°$, unfern δ Serpentis erfolgt sein, wobei der letzte beobachtete Bahnpunkt nach $\alpha = 241°$, $\delta = -\ 9°$ zu liegen kommt, also nur wenig geändert wird. Übrigens entsprechen die vom Beobachter gegebenen Bahnkoordinaten nicht genau seiner Zeichnung, auf welcher die Bahn etwa 2° östlich von *b* und *u* Serpentis vorübergeht, nahe parallel der Linie α Serpentis-δ-ε

Ophiuchi. Wahrscheinlich sind die Örter auf ein früheres Aequinoktium bezogen, vielleicht 1855. Wenn auch die Richtungsänderung der Bahn an sich nicht ganz unbedenklich ist, so muß es doch nach dem oben bei der Bestimmung der Endhöhe Gesagten als ganz unwahrscheinlich gelten, daß die in Münster beobachtete Bahn noch näher am Horizont lag. Dies müßte aber angenommen werden, wollte man in Bothkamp die geringere scheinbare Neigung beibehalten.

Die Bahn des Meteors war am Endpunkt aus dem Azimut 153°1 gerichtet und 34°6 gegen den Horizont geneigt. Das in Ochtrup beobachtete Bahnstück ist nur 11 *km* lang und beginnt 21 *km* hoch über $\lambda = 7° \; 20'$, $\varphi = +52° \; 26'$ Die Schätzung der scheinbaren Bahnlänge in Münster (6°) würde auch nur 18 *km* wahre Bahnlänge ergeben; dagegen führen die mitgeteilten Koordinaten auf eine solche von 82 *km*. Wegen der geringen Neigung der Bahn gegen die Sehlinie muß indessen die Bestimmung hier sehr unsicher ausfallen. Nimmt man die Dauer zu 1°8 an, so ergibt sich die Geschwindigkeit von 45·6 *km*/sec.

Der in Bothkamp zur Wahrnehmung gelangte Teil der Bahn beginnt 119 *km* über $\lambda = 6° \; 25'$, $\varphi = +53° \; 32'$ und endet 58 *km* hoch über $\lambda = 7° \; 0'$, $\varphi = +52° \; 50'$ Die durchlaufene Strecke ist 105 *km* lang, welcher Wert gleichzeitig die geozentrische Geschwindigkeit darstellt. Die gesamte Bahnlänge von der ersten Wahrnehmung in Bothkamp bis zum Erlöschen in Ochtrup ist 179 *km*.

Der scheinbare Radiant lag bei $\lambda = 135°3$, $\varphi = +52°6$ in 61°1 Abstand vom Apex. Die zugehörige Sonnenlänge ist 186° 58'

Ob das Meteor wirklich so tief in der Atmosphäre herabgestiegen ist, wie es nach Vorstehendem den Anschein hat, bleibt immerhin recht zweifelhaft, doch ist zu beachten, daß den Beobachtungen durch diese Annahme am besten genügt wird. Man könnte in Betracht ziehen, daß das Meteor vielleicht von Anfang an aus mehreren Körpern bestanden hätte und daß die nachfolgenden, dem Luftwiderstand zunächst nur in geringerem Maße ausgesetzten Teile erst nach dem Erlöschen der Hauptmasse in geringer Höhe zum Erglühen gekommen wären. Dann hätte an jener Stelle, wo die in Bothkamp beobachtete Bahn endete, in der Tat eine Unterbrechung des Leuchtens stattfinden können. Ähnliche Vorgänge sind ja bei großen Feuerkugeln nicht selten festgestellt worden, ohne daß dabei freilich jemals eine so starke Verlängerung der Bahn erkennbar wurde.

Es sei schließlich noch die Möglichkeit in Rechnung gezogen, daß die Beobachtung aus Ochtrup durch ein grobes Versehen entstellt ist. Es liegt ziemlich nahe, einen Fehler von 90° oder 100° in den mitgeteilten Rektaszensionen zu vermuten. Dann würde der Endpunkt mit Münster und Bothkamp ziemlich gut übereinstimmen und auch der Radiant könnte an der oben angeführten Stelle beibehalten werden. Schließt man die Ochtruper Beobachtung aus, so kommt der Punkt des Erlöschens etwa an jene Stelle zu liegen, wo die in Bothkamp beobachtete Bahn endigt. Radiant und Bahnlage dagegen würden durch diese Maßnahme nur wenig betroffen werden.

In der Besprechung seiner Beobachtung schreibt Dr. Kritzinger bezüglich des im Azimut von *u* Serpentis erfolgten plötzlichen stärkeren Aufleuchtens und Farbenwechsels folgendes: »Das Phänomen ist darauf zurückzuführen, daß das Meteor in diesem Moment die Grenze der Wasserstoff- und Stickstoffsphäre passierte, die in etwa 70 *km* Höhe liegt. Nicht erklärt sind damit die Farben, deren Folge gewöhnlich von grün nach rot geht, doch kann das leicht auf der besonderen Zusammensetzung des Meteors beruhen. Es wäre interessant, die Bahn des Meteors auch daraufhin zu untersuchen, doch scheint es anderweitig kaum bemerkt zu sein«.

An Hand der vorliegenden Bahnberechnung kann nunmehr festgestellt werden, daß der erwähnte Vorgang bei 88 *km* Höhe erfolgte, also tatsächlich nicht weit von der bekannten Schichtgrenze. Das den Meteoren eigene grüne Licht ist fast stets stark mit Blau untermischt. Der Übergang von Gelb nach Blaugrün, wie er hier beobachtet wurde, entspricht ganz der Regel. Mit seiner Behauptung, daß die umgekehrte Reihenfolge die normale sei, stützt sich Kritzinger auf A. Wegener, der an verschiedenen Orten[1] die Ansicht vertritt, daß das rote Licht an die Stickstoffsphäre gebunden sein. Meinen Erfahrungen und Beobachtungen zufolge tritt jedoch die blaugrüne Färbung besonders ausgeprägt bei dem starken Aufflammen auf, welches dem Erlöschen großer Meteore meist unmittelbar vorausgeht. Erst die dann noch zurückbleibenden Funken sind rot, und wer den Vorgang nicht wiederholt selbst beobachtet hat,

[1] »Das Wetter«, Sonderheft, April 1915.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

kann aus den Beschreibungen ungeübter Zeugen leicht zu der Ansicht kommen, daß noch während der Bewegung des Meteors ein Farbenwechsel von Blaugrün nach Rot stattgefunden habe, um so eher, als die meisten Beobachter erst dann aufmerksam werden, wenn das Meteor schon große Lichtstärke zeigt. Sie bemerken infolgedessen die blaugrüne Färbung zuerst, und die vorausgegangene, mit geringerer Lichtentwicklung verbundene gelbliche Phase entgeht meist der Wahrnehmung. — Die von Kritzinger beobachtete plötzliche Verbreiterung des Meteors auf 10' scheint mir eher von einem Dunst- oder Zirrusschleier herzurühren.

Meteor vom 17. Oktober 1913, 8^h 30^m MEZ.

Zwei gute Beobachtungen gestatteten, die Bahn der Feuerkugel mit befriedigender Sicherheit zu ermitteln.

1. Hannover (9° 44', + 52° 23'). Gegen $8^1/_2{}^h$ leuchtete die Feuerkugel zwischen α Ursae majoris und dem Endstern des Drachen auf, ungefähr in der Mitte, und zog mit 25° Neigung gegen den Horizont auf Auriga zu, etwa ein Drittel des ganzen Weges zurücklegend. Mit Beginn des letzten Viertels der Bahn neigte sie sich schwach bogenförmig zum Horizont, gleichzeitig von ursprünglicher Weißglut in ein mattes Rot übergehend, sich verdickend und Birnenform annehmend. Dann erlosch das Licht, und nach 2 bis 3 Sekunden zeigten sich auseinandergesprengt vier Funken in Entfernung untereinander von 0°5, die nach weiteren 3^s auch erloschen. Das Meteor selbst war weiß, scharf begrenzt, $^1/_4$° lang und $^1/_6$° breit. Die Länge der Bahn maß 16 bis 20 Mondbreiten, die gesamte Dauer betrug 10 bis 12^s (R. Meyer, mitgeteilt von Prof. Hartmann, Göttingen).

Der »Endstern« des Drachen ist sehr wahrscheinlich 1 H Draconis, so daß auf die scheinbare Bahn $\alpha_1 = 158°$, $\delta_1 = +72°$, $\alpha_2 = 125°$, $\delta_2 = +66°$ geschlossen werden kann.

2. Barmstedt (9° 46', + 53° 47'). Eine Zeichnung enthält folgende auf Sterne bezogene Bahnpunkte: A $\alpha = 325°$, $\delta = +30°$, B 331°5, + 3°5, C 333°5, — 1°5. Der Anfangspunkt A wurde nicht sicher aufgefaßt. Bei B erlosch der bläulich leuchtende Kern; von B bis C war noch kurze Zeit ein rötlicher Schein zu sehen (C. Mangels, mitgeteilt von Prof. Graff in Bergedorf.)

Da der Unterschied der für den Endpunkt gegebenen Azimute zu wenig von 180° verschieden ist, wurde der Ort des Erlöschens mittels der Höhenparallaxe bestimmt mit dem Ergebnis

$$\lambda = 9°\ 55', \qquad \varphi = +53°\ 13', \qquad H = 53\ km.$$

Teile der Feuerkugel scheinen noch bis auf etwa 46 *km* Höhe herabgesunken zu sein. Die Verbesserungen der beobachteten Azimute betragen etwa 3° Der scheinbare Radiant lag bei

$$\alpha = 192°, \qquad \delta = +71°,$$

vom Endpunkt gesehen in $A = 163°0$, $h = 38°3$, welche Werte das Bahnazimut und die Neigung darstellen Die erste Wahrnehmung des Meteors geschah in Hannover, als es sich bei

$$\lambda = 9°\ 28', \qquad \varphi = +54°\ 5'5, \qquad H = 134\ km$$

befand, vom Endpunkt 130 *km* entfernt. Die Barmstedter Beobachtung bezieht sich nur auf die letzten 39·2 *km* der Bahn. Die Erfahrung hat gezeigt, daß die in der Nähe des Zenits eines Ortes gelegenen Bahnteile nur selten wahrgenommen werden. Die Beobachtung aus Hannover ist für die Bestimmung der Bahnlänge wenig geeignet, da die scheinbare Bahn zu nahe beim Radianten lag und infolgedessen stark verkürzt erschien. Von der vom Beobachter angegebenen großen Dauer der Erscheinung entfällt nach der Beschreibung mindestens die Hälfte auf die Vorgänge nach der Hemmung. Zum Durchlaufen der Bahn dürften nicht mehr als 5^s gebraucht worden sein, entsprechend der geozentrischen Geschwindigkeit

$$v = 26·0\ km/\text{sec.} \qquad v' = 23·5\ km/\text{sec.}$$

Mit der Zenitverschiebung $\zeta = 2° \; 48'$ folgt als Ort des verbesserten Radianten

$$\alpha = 187°9, \qquad \delta = +68°6$$
$$\lambda = 138 \cdot 2, \qquad \beta = +61 \cdot 0$$

63°5 vom Apex entfernt, ferner die heliozentrische Geschwindigkeit $v'' = 28 \cdot 5$ *km*/sec. Wegen der Unsicherheit von Bahnlänge und Dauer ist dieses Ergebnis nur mit Vorsicht aufzunehmen.

Für die Ausdehnung der Feuerkugel ergibt die Beobachtung aus Hannover, auf den Endpunkt der Bahn bezogen, 1200 *m* in Länge und 300 *m* Querdurchmesser, welch letzterer durch die Irradiation stark entstellt sein kann. Die nach dem Erlöschen des Meteors sichtbaren Funken waren auf einen Raum von 900 *m* verteilt. Obgleich um einige hundert Meter unsicher, dürfte dieser Wert wenigstens seiner Größenordnung nach ziemlich gut verbürgt sein.

Meteor vom 9. Juni 1914, $9^h \; 45^m \; 45^s$ MEZ.

Die folgenden Beobachtungen sind teils bei der Sammelstelle in Münster eingelaufen, teils erhielt ich sie zufolge einer Aufforderung in der »Frankfurter Zeitung«.

1. Bonn (7° 6′, + 50° 45′). Ein großes Meteor wurde am Dienstagabend gegen $9^3/_4$ Uhr beobachtet. Die nicht sehr hohe, fast horizontale Flugbahn hatte etwa die Richtung Friesdorf—Drachenfels, hinter dem es unter Abgabe von Strahlenbüscheln verschwand. (Kölnische Volkszeitung.)

2. Mainz (8° 17′, + 50° 0′). Mäßige Geschwindigkeit, weißleuchtender Körper mit rotem, von Funken durchsetztem Schweif. (Jos. Bier.)

3. Karlsruhe (8° 24′, + 49° 1′). Meteor in NE beobachtet. (Joseph Liebermann.)

4. Darmstadt (8° 40′, + 49° 52′5). Aus einer übersichtlichen Zeichnung ist zu entnehmen, daß der Beobachter das Meteor in nordöstlicher Richtung auf einem Teile seines Laufes verfolgen konnte. Es erschien rechts von ihm über Dächern, kreuzte die Straße und verschwand hinter den Häusern links. Das Erlöschen dürfte etwa in NNE anzunehmen sein. »Die Bewegungsrichtung war SE nach NW, der beobachtete Teil der Bahn lag etwa 80° hoch und war fast horizontal, vielleicht schwach gegen das Ende hin geneigt«. (Eduard Wolfskehl.)

5. Frankfurt am Main (8° 41′, + 50° 7′). Bewegungsrichtung SSW nach NNE, heller Schweif. (Ernst Hirschhorn.)

6. Oberzwehren bei Kassel (9° 28′, + 51° 16′). Prächtiges Meteor um $9^h \; 40^m$, Richtung E—W, gelbes Licht, Größe einer Bogenlampe, unter Sprühen in 45° Höhe verlöschend; starker Lichtschweif. (Lehrer M. Weißenborn.)

7 Nürnberg (11° 4′7, + 49° 27′5). Zeit $9^h \; 45^m \; 45^s$, $\alpha_1 = 150°$, $\delta_1 = +50°$, $\alpha_2 = 120°$, $\delta_2 = +40°$, Venushelligkeit, weißblau, raketenartiger Schweif von 3° Länge, Dauer des Meteors 3^s, des Schweifes 0^s4 bis 0^s5. Farbe im Dämmerlicht nicht sicher zu bezeichnen, α und δ roh schätzungsweise, da δ Ursae majoris kaum schon erkennbar war. Orientierung besonders zum Horizont hin schwer. (K. G. Steller.)

Als Zeit der Erscheinung wurde die Nürnberger Angabe beibehalten. Auf letztere Beobachtung als die beste und vollständigste der ganzen Reihe stützt sich auch im wesentlichen die Ermittlung der wahren Bahn. Die durch Dämmerung veranlaßte Unsicherheit der Koordinaten beeinflußt zwar die Ergebnisse ungünstig, doch werden letztere allen, auch den weniger genauen Beobachtungen, abgesehen von den meist unsicheren Bewegungsrichtungen und einem wohl zweifelsfrei aufgeklärten Widerspruch in der Bonner Beobachtung, sehr befriedigend gerecht. Bezüglich der Mitteilung aus Bonn ist folgendes zu erwähnen: Der Drachenfels liegt 16 *km* von Bonn entfernt im Azimut 310°; sein Gipfel erscheint unter einem Winkel von nur 1°3, so daß der Beziehung auf diesen Geländepunkt von Anfang an mit Mißtrauen zu begegnen war. In der Tat zeigte sich schon bei den vorläufigen Ermittlungen, daß das für den Endpunkt angenommene Azimut um mindestens 20° hätte vermindert werden müssen, während die geringe Höhe als ganz unvereinbar mit den anderen Beobachtungen anzusehen war. Man darf deshalb fast mit Sicherheit annehmen, daß die Beobachtung nicht in Bonn selbst, sondern an einem

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

weiter rheinaufwärts gelegenen Ort, vielleicht in Königswinter, stattfand. Bei der Ableitung des Endpunkts mußte die Beobachtung ausgeschlossen werden, konnte aber bei der Bestimmung des Radianten immerhin Berücksichtigung finden.

Als geographische Lage des Endpunkts habe ich den Schnittpunkt der durch die Beobachtungen aus Darmstadt und Nürnberg gegebenen Richtungsstrahlen angenommen, während bei der Höhe nur die Nürnberger Beobachtung berücksichtigt wurde. Auf diese Weise ergab sich

$$\lambda = 8^\circ\ 58', \qquad \varphi = +50^\circ\ 21 \qquad H = 84\ km,$$

womit auch der Richtungsangabe aus Karlsruhe genügt ist. Für Bonn ist der berechnete scheinbare Ort des Endpunkts $A = 286^\circ 8$, $h = 30^\circ 9$. In Darmstadt betrug die Höhe des Endpunkts $55^\circ 3$, für Oberzwehren lag dieser $37^\circ 3$ (geschätzt 45°) im Azimut 20°

Zur Bestimmung des Radianten wurden in Verbindung mit den verbesserten scheinbaren Endpunkten die folgenden ersten Bahnpunkte benutzt: für Bonn ein Punkt in gleicher Höhe mit dem Ende der Bahn und 5° größerem Azimut, für Darmstadt $A = 275^\circ$, $h = 53^\circ 3$, so daß der Kulminationspunkt der Bahn etwa in die Mitte des beobachteten Bahnstückes zu liegen kommt. Somit ergeben sich folgende scheinbare Bahnen:

	α_1	δ_1	α_2	δ_2
Bonn	$269^\circ 8$	$+11^\circ 2$	$273^\circ 4$	$+13^\circ 9$
Darmstadt	262·0	+36·7	277·6	+75·4
Nürnberg	150·0	+50·0	120·0	+40·0.

Diese lieferten mit sehr guter Übereinstimmung den Radianten in

$$\alpha = 257^\circ 5, \qquad \delta = +2^\circ$$

Die Verbesserungen der Anfangspunkte, senkrecht zum beobachteten Bahnbogen gemessen, sind: Bonn $-0^\circ 1$, Darmstadt $+0^\circ 8$, Nürnberg $+0^\circ 5$. Die Kulminationshöhe der Bahn betrug in Darmstadt $61^\circ 2$ (geschätzt 80°), was mit Berücksichtigung des Überschätzungsfehlers als hinreichende Darstellung gelten kann.

Die Bewegung der Feuerkugel war am Endpunkt aus dem Azimut $311^\circ 3$ gerichtet und $31^\circ 0$ gegen den Horizont geneigt. Die Länge der leuchtenden Bahn betrug nach der Nürnberger Beobachtung 79·5 *km*; die geozentrische Geschwindigkeit, entsprechend der zugehörigen Dauer von 3^s, war 26·5 *km*/sec., welcher Wert durch Anbringung der Erdstörung auf 24·0 *km*/sec. vermindert wird. Für den Ort des Aufleuchtens ergaben sich die Werte:

$$\lambda = 9^\circ\ 41' \qquad \varphi = +49^\circ\ 57' \qquad H = 125{\cdot}5\ km.$$

Die Zenitverschiebung betrug, den gefundenen Geschwindigkeiten entsprechend, 3° 20′, wodurch der verbesserte Radiant nach $\alpha = 259^\circ 6$, $\delta = -0^\circ 9$ zu liegen kommt. Die ekliptikalen Koordinaten dieses Punktes sind $\lambda = 258^\circ 7$, $\beta = +22^\circ 1$, der Abstand vom Erdapex betrug $89^\circ 1$. Demzufolge ist für die heliozentrische Geschwindigkeit anzusetzen: $v'' = 37{\cdot}6$ *km*/sec. $= 1{\cdot}27$ in Einheiten der mittleren Erdgeschwindigkeit, entsprechend einer elliptischen Bahn. Letzteres Ergebnis ist, da es sich nur auf eine Beobachtung der Dauer stützt und auch die Bahnlänge nicht sehr sicher bestimmt sein dürfte, mit Vorsicht aufzunehmen.

Große Feuerkugel mit starkem Donner vom 19. Juli 1914.

Das Beobachtungsgebiet dieses außerordentlich lichtstarken, vielseitig wahrgenommenen Meteors umfaßt Süddeutschland, etwa von der Mainlinie ab, die Schweiz und Norditalien. In Frankreich, wo die Erscheinung sicher auch beobachtet worden ist, habe ich keine Nachforschungen anstellen können.

1. Mülhausen, Elsaß (7° 20′, + 47° 44′5).

   a) Das Meteor fiel in der Richtung auf Zinnersheim ($A = 312^\circ$) in schiefer Bahn zur Erde. (K. Enderlin.)

   b) Bewegung langsam in $1^s 5$ bis 2^s von SSE nach SE, blendend weiß, viel heller als der Mond. (G. Burkard.)

2. Harthausen (8° 39', + 48° 16'). Zeit etwa 11^h 15^m, $\alpha_1 = 286°$, $\delta_1 = -5°$, $\alpha_2 = 303°$, $\delta_2 = -30°$ (1925), sehr viel heller als Venus, gelblich, Dauer etwa 3^s, Richtung von λ Aquilae her, Bahnpunkte weniger sicher beobachtet. Beim Verschwinden war die Feuerkugel so hell, daß die benachbarten Sterne unsichtbar wurden. Heller gelber Schweif, 2° lang, welcher gleichzeitig mit dem Meteor erlosch. (Hauptlehrer Max Jans.)

3. Heidelberg-Königstuhl (8° 43', + 49° 24'). Folgende von Herrn Geheimrat Wolf mitgeteilte Beobachtung erhielt ich durch Herrn Reg.-Rat von Nießl in Wien: »Herr Dr. Kaiser von unserer Sternwarte beobachtete am 19. Juli abends 10^h 41^m 40^s M. Z. Königstuhl eine Feuerkugel von etwa doppelter Vollmondhelligkeit. Der Schein wurde auch von anderen Beobachtern gesehen. Die Bahn war sehr kurz, etwa 3° lang, unmittelbar westlich von λ Sagittarii. Durchmesser nicht sehr groß (sternartig); nicht zerstoben; blitzartig aufleuchtend, dann Abnahme der Helligkeit gegen den Horizont; innen violett, außen rötlich; Bahnstück in etwa 2 bis durchlaufen; Nachleuchten auch etwa 3^s

Durch Herrn Geheimrat Wolfs freundliche Vermittlung erhielt ich später die Koordinaten $\alpha_1 = 275°$, $\delta_1 = -21°$, $\alpha_2 = 275°$, $\delta_2 = -24°$ Der Beobachter hält für möglich, daß das Meteor schon früher erschienen und ihm wegen seiner geringen Helligkeit entgangen ist.

4. Güglingen, Württemberg (9° 0', + 49° 4'). Der Beobachter sah das Meteor »direkt gegen Süden, den Lauf scheinbar im Bogen etwas nach Osten nehmend« und vermeint, Donner gehört zu haben. Farbe bläulich und grünlich. (Alfred Kübler.)

Als Azimut des Endpunktes kann demnach etwa 355° angenommen werden.

5. Meßkirch, Baden (9° 7', + 47° 59'5). Bewegung von West nach Süd, langer Schweif, Ende vielleicht in $A = 15°$ anzunehmen. (Frau Emma Kleinfelder.)

6. Konstanz (9° 10' + 47° 40').

a) Verschwinden hinter einem Dache in $A = 6°0$, $h = 13°$ (vom Berechner aus dem Stadtplan ermittelt). In der Annahme, daß das Meteor gleich darauf erloschen ist, kann man auf den Ort des Endpunktes in $A = 3°$, $h = 12°$ schließen. Die Neigung der Bahn gegen den Horizont betrug nach einer Zeichnung 31°, Bewegung von W nach S. (Frl. M. v. Schwartz.)

b) Zeit $11^1/_4{}^h$, Verschwinden in SW, Dauer der Erleuchtung der Gegend 4 bis 5^s (Friedrich Brändle.)

Sigmaringen (9° 13', + 48° 5'). A_2 nach einer Zeichnung 353° Das Meteor verlief schräg in südlicher Richtung; Dauer, soweit beobachtet, 3^s; beim Erlöschen verschiedenfarbige Funken. (Polizeiwachtmeister Lorch.)

8. Friedrichshafen (9° 28' + 47° 39'). Das außergewöhnlich helle Meteor wurde am SW-Himmel beobachtet und zersprang am Ende der Bahn, etwa in SSW, unter Funkensprühen in verschiedenen Farben. Donnerartiger Knall nach etwa 1^m. (Zeitungsnachricht.)

9. Langenau (10° 7' + 48° 30'5). Bewegung von N nach S, Verschwinden in S, zunehmende Größe, langer Schweif, der in einen feurigen Faden auslief. (M. Bantel.)

10. Untermühlegg, Allgäu (10° 16', + 47° 28'). Ausgangspunkt etwas westlich von N. Der Beobachter meint, daß das Meteor in der Gegend des Adriatischen Meeres gefallen sein müßte, woraus auf $A_2 = 315°$ geschlossen werden darf. (Lehrer Ulrich Miller.)

11. Grafrath, nördlich des Ammersees (11° 9', + 48° 7'5). Zeit etwa 11^h. Rotleuchtende Kugel in SE und in 15 bis 20° Höhe. Dauer 2 bis 3^s (Stud. med. Klein, München.) — Für SE ist sicher SW zu lesen.

12. Ammerland am Starnberger See (11° 20' + 47° 54'). Die Beobachterin sah das Meteor scheinbar über dem See niederfallen, also in W oder SW. (Frau M. Rittmann, München.)

13. Nymphenburg bei München (11° 30', + 48° 9'). Die Feuerkugel zersprang in S, worauf wie aus einer Rakete helle Sterne niederfielen. (H. Schenkenberger.)

14. München (11° 34', + 48° 8'). Bewegung aus NE, Ende in SW. Die Bahnhofsuhr zeigte 11^h 12^m. (J. Ferstl jr.)

15. Holzkirchen (11° 42', + 47° 52'). Der Beobachter bemerkte das Meteor scheinbar 20 *m* vor sich und 20 *m* hoch. (Pfarrer Bötticher, Bromberg.)

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

16. Wiessee am Tegernsee (11° 44 , + 47° 42'5). Im Sirius, Bd. 48, 1. Heft, sind zwei Beobachtungen mitgeteilt, welche die Bahn des Meteors auf den Wallberg bezogen angeben. Nach dem ersten dieser Berichte verschwand die Feuerkugel in westlicher Richtung. — Der Wallberg liegt von Wiessee gesehen im Azimut 315° Sein Gipfel erscheint unter einem Winkel von 8°6. Die Beziehung auf diesen Geländepunkt ist ganz unverständlich, da sich das Meteor fast 90° weiter rechts befunden haben muß. Die Mitteilungen gingen der Schriftleitung des Sirius erst im Oktober und November 1914 zu. Wahrscheinlich liegt eine Verwechslung des Berges vor, oder es handelt sich um eine andere Erscheinung.

17. Tegernsee (11° 46', + 47° 42'5). Niedergehen in westlicher Richtung. (Dr. Hans Röhrig, München.)

18. Miesbach (11° 50' + 47° 47'). Die Feuerkugel war zuerst blaugrün, dann weißlich, kam aus nördlicher Richtung und verschwand in SW; Vollmondgröße, kometenartiger Schweif. (Frau Rosa Kistler.)

19. Schliersee (11° 52', + 47° 44). Die mondgroße Kugel fiel in SW senkrecht zur Erde. (Frau M. Huber.)

20. Interlaken (7° 52', + 46° 40'5). Zeit $11^1/_4{}^h$ Frau Anna Meyer aus Germersheim sah, von Wilderswil kommend, das Meteor rechts vor sich niedergehen. Es zerplatzte über Matten gegen die Schynige Platte zu ($A = 270°$), Bewegung N—S.

21. Brugg (8° 12', + 47°29'). Zeit 11^h 9^m. Die Feuerkugel ging am südöstlichen Himmel in der Richtung nach Schloß Brunegg ($A = 0°$) in langsamem Fluge nieder, war zuerst rötlich, dann blendend grün. Donner wurde nicht gehört. (Neue Züricher Zeitung.) Der Endpunkt kann etwa in SSE angenommen werden.

22. Emmenbrücke (8° 16', + 47° 5'5). Zeit 11^h 13^m. Nach der Beschreibung bewegte sich das Meteor von NW nach SE, anscheinend durch das Zenit. Es war außergewöhnlich groß, intensiv gelb und hinterließ einen »trichterförmigen Schein«. Doppeltes Aufleuchten am Endpunkt; Dauer 4 bis 6^s Nach einiger Zeit wurde eine längere starke Detonation gehört, der zwei kürzere folgten. (X. Widmer.)

23. Luzern (8° 18', + 47° 3'5). Zeit etwa 11^h, nordöstliche Richtung, Farbe gelblichgrün. Während des Zuges blieben leuchtende Teile in der Bahn zurück. (Oskar Matthes.)

24. Vierwaldstätter See bei Weggis (8° 26', + 47° 1'5). Zeit 11^h 20^m. Die Feuerkugel kam von NE, platzte unter roter und grüner Feuererscheinung und »fiel in 60 bis 70 *m* Entfernung in den See«. Der Beobachter fügt hinzu, daß das Schiff, in dem er sich befand, glücklicherweise nicht getroffen worden sei. (Josef Heller.)

25. Am Rigi (8° 30', + 47° 2'). Das Meteor war gelb und blaßrot. Kurz darauf wurde schwacher Donner gehört. (Th. Erlanger, Luzern.)

26. Zürich (8° 32'5, + 47° 22'5). Zeit 11^h 10^m. Die Feuerkugel fiel in genau südlicher Richtung. Dauer 4^s Nach etwa 1^m donnerähnliches Rollen. Der Donner ist in Zürich mehrfach gehört worden, auch in geschlossenen Räumen, nach anderer Angabe aber erst 3^m nach der Lichterscheinung. Allgemein wird die »taghelle« Beleuchtung der Gegend hervorgehoben. (Neue Züricher Zeitung.)

27 Meilen (8° 38', + 47° 17'), Zeit 11^h 10^m. Das Meteor sank in nordöstlicher Richtung über dem See. Kurz darauf folgte starkes Donnern mit lang anhaltendem Rollen. (Neue Züricher Zeitung.)

Für NE ist wahrscheinlich SE zu lesen. Die Feuerkugel hätte sonst nicht über dem See gesehen werden können.

28. Züricher See (8° 52' + 47° 12'5). Nach Berichten vom oberen Züricher See bewegte sich die Feuerkugel von Altendorf zum Wäggital ($A = 345°$). (Neue Züricher Zeitung.)

29. Steckborn (8° 58'3, + 47° 39'7). Zeit 11^h 6^m5. Der Beobachter sah nur den Lichtschein. Um 11^h 10^m5 wurde zweimal kurzer schwacher Donner gehört. Die Zeitangaben wurden sofort von der Uhr abgelesen. Anscheinend ist der Uhrstand bekannt gewesen und berücksichtigt worden. (Lehrer H. Meyer.)

30. Ragatz (9° 29', + 47° 0'5). Die Beobachter sahen »im Sternbilde des Großen Bären eine blauweiße Kugel fliegen, die südwestwärts verschwand«. (Geheimrat Edel aus Berlin und Begleiter.)

31. Mailand (9° 11', + 45° 28'). Herr Widmer in Emmenbrücke sandte mit seiner eigenen Beobachtung einen Auschnitt des »Secolo«, dessen Übersetzung mit geringen Kürzungen wie folgt lautet: »Am Abend des 19. Juli um $23^h\ 3^m$ bewegte sich plötzlich eine Feuerkugel zwischen den beiden Bären hindurch und verschwand, etwa im Norden, hinter einer großen Masse Gewitterwolken, die sich von NW nach NE ausdehnte. Die Kugel hatte einen scheinbaren Durchmesser von 20 bis 25' Ihr Licht war bleich, blaßgelb, nicht funkelnd, jedoch mit hellerem Kern. Das Meteor schien von dem Stern α Draconis auszugehen und etwa unter dem Polarstern hinter den Wolken zu verschwinden.« Eine bildliche Darstellung läßt erkennen, daß der Eintritt in die Wolken genau unterhalb des Poles in $\delta = +69°$ erfolgt sein muß, doch endet die Bahn bereits etwas westlich von N, so daß schließlich $A_2 = 180°$ angenommen wurde.

32. Torbole am Gardasee (10° 52'5, + 45° 52'). Das Meteor wurde in NNW beobachtet. (Felix Schuchardt.)

Mitteilungen ohne verwertbare Angaben liegen aus etwa 30 weiteren Orten vor.

Die Zeitangaben zeigen ziemlich starke Abweichungen untereinander. Am zuverlässigsten ist die Beobachtung aus Heidelberg-Königstuhl (3), welche, auf MEZ umgerechnet, $11^h\ 6^m\ 47^s$ ergibt und für das Weitere beibehalten wurde. Viele Mitteilungen sprechen für einen späteren Zeitpunkt; 17 Angaben, zum Teil aus den vorstehend nicht aufgeführten Berichten entnommen, ergaben als Mittel $11^h\ 12^m$, in völliger Übereinstimmung mit der scheinbar innerhalb der Minute sicheren Mitteilung aus München (14). Doch findet die Heidelberger Angabe ihre Bestätigung durch die Beobachtung aus Steckborn (29), die ebenfalls für verläßlich gehalten werden muß. Vielleicht liegt in München ein Versehen um 5^m vor, vielleicht wurde die Uhr auch erst so viel später abgelesen. Daß sich die Beobachtungen auf zwei verschiedene Meteore beziehen, ist sehr unwahrscheinlich und kann auch aus den Mitteilungen bezüglich der Bahn nicht geschlossen werden.

Lage und Höhe des Endpunktes.

Die Ermittlung der geographischen Koordinaten des Endpunkts konnte mit Hilfe einer großen Zahl von Azimutangaben mit befriedigender Sicherheit stattfinden. Die nachstehende Tafel gibt die beobachteten Werte mit ihren geschätzten Gewichten p, ferner unter P die mit Rücksicht auf den Abstand der Beobachtungsorte vom Endpunkt abgeleiteten Gewichts-Verhältniszahlen, schließlich unter $\triangle A$ die berechneten Verbesserungen der beobachteten Azimute.

Folgende Bemerkungen seien vorausgeschickt: Die Angabe aus Torbole (32) wurde wegen starker Abweichung nicht benutzt, ebenso die Beobachtung aus Heidelberg (3), welche sich wegen der daraus hervorgehenden Höhe von fast 100 *km* unmöglich auf den Endpunkt beziehen kann. — Einige weniger sichere Beobachtungen wurden wie folgt zu Normalrichtungen vereinigt:

I.	$\lambda =$ 9°	10',	$\varphi =$ + 47°	55'	$A =$ 17°7,	Meßkirch (5), Konstanz (6 b), Sigmaringen (7).
II.	11	49	+ 47	44·5	60·0,	Tegernsee (17), Miesbach (18), Schliersee (19),
III.	8	27·5	+ 47	23	337·5,	Brugg (21), Zürich (26), Meilen (27).

Für Mülhausen (1) wurde der Mittelwert der beiden Beobachtungen angesetzt.

Die Auflösung der 14 Bedingungsgleichungen nach der Methode der kleinsten Quadrate ergab als geographische Koordinaten des Hemmungspunktes:

$$\lambda = 9°\ 7'1 \pm 3'5 \text{ m. F}$$
$$\varphi = +46\ 40·3 \pm 4·2 \text{ m. F.}$$

Die Verbesserungen der beobachteten Azimute erreichen mehrfach größere Beträge. Zu einigen Bedenken gibt die starke Abweichung der Beobachtung aus Harthausen (2) Anlaß, welche wahrscheinlich macht, daß der Endpunkt in Wirklichkeit weiter östlich gelegen hat, wobei freilich die Mehrzahl der anderen Beobachtungen viel weniger gut dargestellt würde. Der m. F. einer Beobachtung vom Gewicht 1 ist mit ± 12°1 größer als gewöhnlich, vor allem als Folge der großen Abweichung der eben genannten scheinbar zuverlässigen Beobachtung.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Zur Ermittlung der Höhe wurden nur die Beobachtungen aus Harthausen (2), Konstanz (6 a) und Grafrath (11) benutzt. Erstere konnte hier unbedenklich eingezogen werden, denn selbst ein vielleicht unterlaufenes grobes Versehen um 10° in Rektaszension würde die Höhe bei der Nähe des Meridians wenig beeinflussen. Die Schätzung aus Grafrath wurde erfahrungsgemäß auf zwei Drittel vermindert. Die Bezeichnungen des folgenden Täfelchens entsprechen den oben angeführten.

Ort	h	p	P	H	$\triangle h$
Harthausen.	8°4	3	1	29·2 *km*	+ 1°4
Konstanz	12·0	3	3·0	24·4	+ 4·6
Grafrath	11·7	1	0·3	50·2	4·1

Hieraus folgt als Endhöhe der Feuerkugel

$$H = 33{\cdot}8 \pm 6{\cdot}5\ km,$$

welcher Wert eher zu groß als zu klein sein dürfte.

Ort	A beobachtet	p	P	A berechnet	$\triangle A$
1. Mülhausen	313°5		3·8	308°6	4°9
Harthausen..	337·6	12	22·8	348·7	11 1
3. Güglingen	355·0	1	1·8	357·9	+ 2·9
4. Konstanz	3·0	6	18·1	1	0·9
Friedrichshafen	22·5	1	2·9	15·1	— 7·4
6. München.	45·0	1	1·3	51	+ 6·7
Interlaken	270·0		6·3	269·6	0·4
8. Emmenbrücke	315·0	1	4·0	304·6	10·4
9. Züricher See	345·0	2	9·7	341·0	4·0
10. Ragatz..	45·0		4·8	38·9	6·1
11. Mailand	180·0		10·0	177·8	— 2·2
12. I.	17·7	1	12·2	1	16·2
13. II.	60·0		4·0	62·6	+ 2·6
14. III.	337·5		10·8	326·2	11·3

Scheinbarer Strahlungspunkt.

Verhältnismäßig wenige Beobachtungen enthalten Angaben des Anfangspunktes oder eines anderen Bahnpunktes, der zur Ermittlung von Knoten und Neigung der scheinbaren Bahn, auf den Äquator bezogen, benutzt werden könnte. Dagegen sind die gegebenen ersten Bahnpunkte mehrfach unmittelbar nach Gestirnen bezeichnet, weshab einige weniger verläßliche Schätzungen der Neigung gegen den Vertikal des Endpunkts oder den Horizont (Güglingen, Schliersee, Emmenbrücke), sowie die vielfach vorkommenden Angaben der Horizontalknoten nicht einbezogen wurden. Es verbleiben dann nur fünf verwendbare Beobachtungen. Die in Harthausen (2) beobachtete Bahn ist durch die Beziehung auf λ Aquilae eindeutig bestimmt. Für Heidelberg (3) wurde als erster Bahnpunkt die Mitte des beobachteten kurzen Bahnteils, $\alpha = 275°$, $\delta = -22°5$, angesetzt. In Konstanz (6 a) ist die Neigung gegen den Horizont geschätzt und demgemäß als erster Bahnpunkt der aufsteigende Äquatorknoten der scheinbaren Bahn angenommen. Die Beziehung auf den Großen Bären in Ragatz (30) wurde zahlenmäßig mit $\alpha = 180°$, $\delta = +56°$ verwertet, während für Mailand (31) die Bahnrichtung durch α Draconis sicher festgelegt ist. Somit ergeben sich folgende scheinbare Bahnen, wobei unter α_2, δ_2 die für den ausgeglichenen Endpunkt berechneten scheinbaren Koordinaten eingeführt sind.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

	α_1	δ_1	α_2	δ_2
Harthausen	285°4	5°0	290°2	— 31°1
Heidelberg	275·0	— 22·5	284·9	— 34·5
Konstanz.	243·5	0·0	275·5	25·8
Ragatz	180·0	+ 56·0	247·7	+ 0·4
Mailand	210·5	+ 64·8	102·2	+ 58·1.

Diese fünf Bahnen ergaben keine gute Übereinstimmung. Nachdem der Versuch einer strengen Ausgleichung zu keinem brauchbaren Ergebnis geführt hatte, konnte nur angenommen werden, daß der scheinbare Strahlungspunkt der Feuerkugel etwa bei

$$\alpha = 210°, \ \delta = + 57°$$

gelegen war. — Weder der in Ragatz noch der in Mailand beobachtete Anfangspunkt können dabei als solche beibehalten werden, insofern, als beide Bahnen verkürzt werden müssen. Indessen sind die beiden Punkte vielleicht mehr als Richtungsmarken gedacht und die Bahnen nach rückwärts verlängert. Daß das Meteor in Ragatz wirklich schon im Großen Bären gesehen wurde, ist höchst unwahrscheinlich und kaum mit der Mailänder Beobachtung zu vereinigen. Diese Feststellung ist ganz unabhängig von der Annahme über den Ort des Radianten. In Mailand dagegen kann das Aufleuchten immerhin schon etwa bei $\alpha = 190°$, $\delta = + 66°$ erfolgt sein, nahe genug bei α Draconis, um die Beziehung auf diesen Stern berechtigt erscheinen lassen.

Die Bahn war aus dem Azimut 130°2 gerichtet und 48°8 gegen den Horizont des Endpunkts geneigt. Das Meteor ist demnach sehr nahe durch das Zenit von Emmenbrücke gezogen, übereinstimmend mit der Angabe des Beobachters. Ganz verfehlt ist der aus Schliersee berichtete senkrechte Abstieg, wogegen sich die Beschreibung aus Güglingen der berechneten Bahn sehr gut anschließt.

Bahnlänge, Anfangspunkt, Geschwindigkeit.

Sichere Angaben über den Ort des ersten Aufleuchtens fehlen vollständig. Dagegen können die ersten Bahnpunkte aus Harthausen und Heidelberg zur Ableitung des Bahnstücks dienen, in welchem die Feuerkugel eine solche Leuchtkraft besaß, daß sie die Blicke vieler Beobachter auf sich zog. Für diesen Bahnteil ergaben sich die Werte

Harthausen	71·7 *km*	Heidelberg.	89·3 *km*

Wegen der sicheren Beziehung auf λ Sagittarii ist der Heidelberger Wert vorzuziehen und führt auf den Ort der ersten Beobachtung

$$\lambda = 8° \ 33', \qquad \varphi = + 47° \ 1 \qquad H = 101·0 \ km.$$

Für das in Heidelberg wirklich gesehene kurze Bahnstück ergibt sich 17·4 *km* Länge. Die Geschwindigkeit hätte demnach nur 7 *km*/sec. betragen, welcher Wert wegen der Kürze der Bahn und der Dauer indessen nur sehr unsicher ausfallen kann. Auch ist sehr wahrscheinlich, daß Bahnlänge und Dauer hier nicht ohne weiteres vergleichbar sind. Die Beobachtung aus Harthausen ($D = 3^s$, $L = 71·7$ *km*) ergibt als Geschwindigkeit $v = 23·9$ *km*/sec. Wenngleich weitere zusammengehörige Beobachtungen von Bahnlänge und Dauer nicht vorhanden sind, ist es doch vorteilhaft, die Geschwindigkeit mit Hilfe des Gesamtmittels der Dauerangaben und der oben abgeleiteten Bahnlänge von 89·3 *km* zu bestimmen, denn jene wie diese beziehen sich auf die Bahnteile, in denen das Meteor bereits voll entwickelt erschien, sind also unter einigem Vorbehalt immerhin miteinander vergleichbar.

Schließt man die sicher zu niedrig gegriffene Angabe aus Mühlausen (1 b) aus, so verbleiben folgende Schätzungen der Dauer: Konstanz (6 b) 4 bis 5^s, Sigmaringen (7) 3^s, Grafrath (11) 2 bis 3^s Emmenbrücke (22) 4 bis 6^s, Zürich (26) 4^s Das Mittel ist 3^s8, die daraus folgende geozentrische Geschwindigkeit

$$v = 21·4 \ km/\text{sec.},$$

in sehr naher Übereinstimmung mit dem aus Harthausen abgeleiteten Wert. Da sich auf letzteren indessen die Unsicherheit der beobachteten Bahnpunkte überträgt, wurde der eben gefundene Betrag allein beibehalten.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Nach Befreiung von der Erdstörung ging derselbe über in

$$v' = 18 \cdot 2 \; km/\text{sec.}$$

Der um 3°5 Zenitverschiebung berichtigte scheinbare Radiant liegt bei

$$\alpha = 204°0, \qquad \delta = +55°9$$
$$\lambda = 166 \cdot 7, \qquad \beta = +58$$

Die zugehörige Sonnenlänge ist 116° 21 der Abstand des Radianten vom Zielpunkte der Erdbewegung war 113°8. Die heliozentrische Geschwindigkeit betrug demnach

$$v'' = 40 \; km/\text{sec.} = 1 \cdot 35$$

in Einheiten der mittleren Erdgeschwindigkeit, nahe der unteren Grenze der hyperbolischen Geschwindigkeiten. Der gefundene Wert ist wenig sicher, entsprechend der Unsicherheit von Radiant, Bahnlänge und Dauer. Die Beobachtung aus Harthausen würde ebenfalls auf eine parabelnahe Bahn führen. Berücksichtigt man jedoch, daß sich die Nachweisungen vorwiegend auf die tieferen Bahnteile beziehen, so darf man mit großer Wahrscheinlichkeit annehmen, daß die kosmische Bahn des Meteors in Wahrheit eine Hyperbel gewesen ist.

Schallwahrnehmungen.

Nachrichten über den Donner liegen aus sechs Orten vor, wobei nur in drei Fällen die zwischen Licht und Schall verstrichene Zeit angegeben wird. Nicht benutzt wurde die sehr zweifelhafte Meldung aus Güglingen. Bezüglich der Mitteilung aus Zürich zeigte sich, daß die zweite Angabe (3^m) der Wahrheit näher kommt als die erste (1^m). In der folgenden Zusammenstellung bedeutet D_E den Abstand des Beobachtungsortes vom Endpunkt, $D_{\text{Min.}}$ den kleinsten Abstand von der Meteorbahn überhaupt, t die Laufzeit des Schalles, $\triangle t$ deren Verbesserung auf Grund der berechneten Bahn und einer Schallgeschwindigkeit von 20 *km* in 1^m

Ort	D_E	$D_{\text{Min.}}$	t beob.	t ber.	$\triangle t$	
Friedrichshafen	117 *km*	117 *km*	1^m	5^m9	$+4^m9$	Donnerähnlicher Knall
Emmenbrücke	88	88				Längere starke Detonation, darauf zwei kürzere
Zürich	97	92	3	4·6	+1·6	Donner, in geschlossenen Räumen hörbar.
Rigi						Schwacher Donner
Meilen	87	84				Starkes Donnern mit langanhaltendem Rollen
Steckborn	116	113	4	5·6	+1·6	Kurzer schwacher Donner

Als ganz verfehlt erweist sich die Angabe aus Friedrichshafen schon beim Vergleich mit dem nicht allzu weit westlich davon gelegenen Steckborn. Die Ausbreitung des Schalles auf eine Entfernung von mehr als 100 *km* scheint sichergestellt.

Feuerkugel mit Donner vom 5. Dezember 1914.

1. Wilhelmshaven (8° 7', + 53° 32'). Kurz vor 5^h außergewöhnlich großes Meteor am östlichen Himmel von NW nach SE in Form eines großen weißglühenden, nach oben hin roten Tropfens. Neigung gegen den Horizont gezeichnet 38° (W. Ebermann.)

2. Hamburg (10° 0', + 53° 35'). Zeit 4^h 58^m5. Das Meteor begann zuerst sternschnuppenartig in großer Höhe, schätzungsweise 60 bis 70° und schoß, rasch an Glanz und Umfang zunehmend, zum SSW-Horizont herab, erreichte diesen aber nicht, sondern explodierte in etwa 20° Höhe unter prächtigem Funkensprühen. Dauer 3^s Um 5^h 3^m0 dröhnte von fernher rollender Donner. — Im Verlaufe des Niedergehens strahlte das Meteor in höchst intensivem blaugrünem Lichte und nahm zunächst Keulenform an. Darauf löste sich am vorderen Ende eine rotglühende Kugel ab, die schließlich zerplatzte, dabei nach allen Seiten glühende farbige Teilchen fortschleudernd. Die Gegend wurde in

kurzer Aufeinanderfolge zweimal blitzartig hell beleuchtet. Scheinbarer Durchmesser kurz vor dem Erlöschen 10 bis 20' (A. Stentzel und andere Beobachter.)

Rathenow (12° 20', + 52° 37'). Durch den Lichtschein aufmerksam gemacht, sah der Beobachter die Feuerkugel in WNW über den 150 *m* entfernten Häusern verlöschen. Die Höhe betrug einer Zeichnung zufolge 6°8. Neigung gegen den Horizont gezeichnet 31°6. Den Anfangspunkt verlegte ein weiterer Beobachter nach dem Großen Bären, was jedoch von anderer Seite bestritten wurde mit dem Bemerken, daß die Bahn kürzer gewesen sei. Die Farbe des Meteors wird als gelb bezeichnet. Vor dem Erlöschen wurden glühende Teile abgestoßen. (Ferdinand Jacobs jr.)

4. Nauen (12° 52', + 52° 37'). Zeit $4^h\ 58^m\ 30^s$ Das Meteor leuchtete in der Nähe von η Ursae majoris auf und bewegte sich langsam in der Richtung auf Arktur. In der ersten Hälfte der Bahn hinterließ es einen feurig hellroten Dunstschweif, der in der zweiten Hälfte leuchtend hellgrün bis weiß erschien. Etwa 10° über dem Horizont platzte es. Dauer des Meteors 2^s, des Schweifes Die Helligkeit reichte an die der schmalen Mondsichel heran. (C. Bäker.)

Die Zeit wird in Hamburg und Nauen übereinstimmend mit $4^h\ 58^m5$ MEZ angegeben. Für Wilhelmshaven kann unter Berücksichtigung der gegebenen Horizontalknoten und scheinbaren Neigung sowie des Umstandes, daß das Erlöschen in geringer Höhe über dem Horizont erfolgt sein muß, für das Azimut des Endpunktes etwa 300° angesetzt werden. Die Angaben aus Hamburg und Rathenow sind ohne weiteres verwendbar. Für Nauen glaubte ich zunächst $A = 115°$ setzen zu müssen. Arktur stand zur Zeit der Beobachtung nur 2°4 über dem Horizont im Azimut 120°0. Daß er in der hellen Dämmerung gesehen werden konnte, ist sehr zweifelhaft. Vielmehr erscheint es naheliegend, daß die Beziehung auf ihn erst nachträglich mit Hilfe der Sternkarte festgestellt wurde. Die Höhenangabe 10° beruht vermutlich auf Schätzung. Sie wurde indessen unverändert gelassen und mit Gewicht $^1/_3$ berücksichtigt.

Die beobachteten vier Azimute ergaben als Lage des Endpunktes $\lambda = 9°\ 45'$, $\varphi = +\ 53°\ 14'$, in entschiedenem Widerspruch mit der Hamburger Beobachtung, insbesondere mit der Angabe über die zwischen der Lichterscheinung und dem Eintreffen des Donners verstrichenen Zeit, die sehr wahrscheinlich nicht geschätzt, sondern nach der Uhr bestimmt ist. Auch die sonstigen Angaben aus Hamburg werden ausdrücklich als sicher bezeichnet. Bei der Unsicherheit der anderen Azimute schien es demnach ratsam, den in Hamburg beobachteten Ort des Erlöschens sowie die sich aus der Schallzeit ergebende Entfernung von 90 *km* unverändert zu lassen. Die Darstellung der anderen Azimute wird dabei zwar viel weniger befriedigend, dagegen wird zwischen Hamburg einerseits, Rathenow und Nauen anderseits eine viel bessere Übereinstimmung hinsichtlich der Höhe erreicht, als bei der ersten Annahme der Fall gewesen wäre. Die Ergebnisse für den Endpunkt sind:

$$\lambda = 9°\ 31 \qquad \varphi = +\ 52°\ 53', \qquad H = 30{\cdot}9\ km.$$

Die folgende Tafel zeigt die Darstellung der Beobachtungen sowie die Einzelwerte der Endhöhe. Es ergibt sich, daß die Nauener Höhenschätzung in der Tat um die Hälfte des wahren Wertes zu groß ist.

	A	$\triangle A$	h	$\triangle h$	H	p
Wilhelmshaven	300°0	+ 8°0			*km*	
Hamburg	22·5	0·0	20°0	— 0°3	31·4	3
Rathenow.	112·5	— 12·5	6·8	+ 1·4	25·9	3
Nauen	115·0	16·6	10·0	— 3·3	44·2	1

Zur Ermittlung des scheinbaren Radianten wurden die scheinbaren Örter des verbesserten Endpunkts nach α und δ berechnet. Als erste Bahnpunkte wurden angesetzt: für Wilhelmshaven und Rathenow die mit Hilfe der gegebenen Neigungswinkel berechneten Äquatorknoten, für Hamburg das Zenit, für Nauen $\alpha = 206°$, $\delta = +\ 50°$ wodurch folgende scheinbare Bahnen erhalten wurden:

	α_1	δ_1		
Wilhelmshaven . .	12°6	0°0	12°1	— 9°2
Hamburg	323·3	+ 53·6	301·4	— 14·2
Rathenow	53·8	0·0	232·7	+ 12·6
Nauen	206·0	+ 50·0	233·5	+ 10·4

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Hieraus folgt als Ort des scheinbaren Radianten

$$\alpha = 170°, \qquad \delta = +80°$$

Die beobachteten Neigungen werden wie folgt dargestellt:

Wilhelmshaven	$-0°6$,	Hamburg	$-12°7$,	Rathenow	$-4°3$.

Für Nauen wird der Anfangspunkt etwa nach $\alpha = 222°$, $\delta = +55°$ zu legen sein, rund 11°5 von η Ursae majoris entfernt, ungefähr entsprechend dem Abstand η bis Ursae majoris, so daß die Beziehung auf ersteren Stern immer noch erklärlich ist, besonders wenn man eine etwas geringere Bahnlänge annimmt. Zwar wird der Abstand dann noch größer, jedoch waren infolge der Dämmerung die in jener Gegend stehenden schwächeren Bootessterne noch unsichtbar, so daß tatsächlich η Ursae den nächsten und nahezu einzigen Anhaltspunkt darstellte. Schwer verständlich bleibt allerdings die Bemerkung, daß sich das Meteor nach Arktur hin bewegt habe, denn der Endpunkt lag in Nauen etwa 20° östlich von Arktur im nördlichen Teil der Schlange. Übrigens würde ein durch η Ursae majoris und α Bootis gelegter Bahnbogen auf nahezu denselben Radianten führen, widerspricht aber entschieden der Hamburger Beobachtung.

Das Bahnazimut und die Neigung gegen den Horizont des Endpunktes waren

$$a = 173°7, \qquad i = 43°8.$$

Unter Annahme einer Länge der scheinbaren Bahn von 45° für Hamburg ergab sich als wahre Bahnlänge $L = 68 \cdot 2\ km$ und als Ort der ersten Wahrnehmung in Hamburg

$$\lambda = 9°\ 26', \qquad \varphi = +53°\ 19', \qquad H = 78 \cdot 4\ km.$$

Dabei ist vorausgesetzt, daß das Aufleuchten ebenfalls südwestlich vom Zenit erfolgte. Alle anderen Azimute würden auf eine größere Bahnlänge und Anfangshöhe führen, die auch durch die Beobachtung aus Nauen wahrscheinlich gemacht werden. Rechnet man mit der Hamburger Beobachtung weiter, so erhält man für die geozentrische Geschwindigkeit die fast sicher zu kleinen Werte $v = 22 \cdot 4\ km$, $v' = 19 \cdot 4\ km$/sec. und bei 3° 30' Zenitverschiebung als Ort des verbesserten scheinbaren Radianten

$$\alpha = 164°1 \qquad \delta = +76°7$$
$$\lambda = 116 \cdot 4 \qquad \beta = +60 \cdot 2,$$

in 70°5 Abstand vom Zielpunkt der Erdbewegung liegend. Die heliozentrische Geschwindigkeit würde dann $29 \cdot 5\ km$/sec. betragen haben.

Der Donner wurde in Hamburg vielfach, außerdem in Bremen und einigen mehr südlich gegen Hannover hin gelegenen, nicht namentlich angeführten Orten wahrgenommen. Von diesen letzteren, die dem Endpunkte viel näher lagen als Hamburg und Bremen, wird außerdem über Fensterklirren und Zittern der Erde berichtet. Auch sollen Scharen von Krähen und anderen Vögeln aufgescheucht worden sein. Herr W. Voss in Altona hörte den Donner im Zimmer bei geschlossenen Fenstern. Es erfolgten nach seiner Beschreibung vier oder fünf dumpfe Schläge, deren erster der stärkste war.

Meteor vom 14. Dezember 1916, $6^h\ 12^m\ 2^s$ MEZ.

Am Abend des 14. Dezember 1916 wurden innerhalb einer Stunde drei Meteore beobachtet. Für die erste dieser Erscheinungen liegt nur eine Mitteilung aus Berlin vor, welche besagt, daß das Meteor um $5^h\ 56^m$ MEZ am südöstlichen Himmel erschien und sich in 4^s langsam nach NW hin bewegte. Das zweite Meteor zog um $6^h\ 12^m$ MEZ als große Feuerkugel, jedoch ohne Donner, aus WNW kommend, über den südlichen Teil der Provinz Brandenburg und endete unfern Priebus in Schlesien. Der Himmelszustand war der Beobachtung nicht günstig. Bemerkenswert ist die große Ausdehnung des Sichtbarkeitsgebietes von Kempten im Allgäu bis an die Küste der Ostsee. — Die Zeit des dritten Meteors ist nicht sichergestellt. Eine gute Beobachtung mit Angabe der scheinbaren Bahn von Auriga nach Lynx liegt nur aus Schweinfurt vor. Auch in Kissingen wurde das Meteor beobachtet. In Bamberg, wo sich der Himmel inzwischen bewölkt hatte, wurde gegen $6^h\ 40^m$ nur der Lichtschein wahr-

genommen. Die nachstehenden Beobachtungen beziehen sich durchweg sicher auf das um $6^h\ 12^m$ beobachtete Meteor.

1. Weilbach, Unterfranken (9° 13', + 49° 40'). Das Meteor verschwand hinter den Bergen Geisbuckel und Grauberg östlich des Ortes. Dauer 2—3^s, bläuliche Farbe. (Lehrer Graber.)

2. Kempten, Allgäu (10° 18', + 47° 43'5). Aufleuchten etwas links von NE, etwa 35° hoch, Bewegung nach rechts abwärts. Nach 2^s zerfiel das Meteor in mehrere Teile und verschwand im Nebel. (Dr. Fraas.)

3. Bamberg (Sternwarte) (10° 53', + 49° 53'). Der Verfasser beobachtete in der Refraktorkuppel, deren Spalt gegen ENE gerichtet war, als plötzlich die Feuerkugel voll entwickelt am linken Rande des Spaltes erschien. Der Endpunkt konnte sicher aufgefaßt werden. Die Zeit des Erscheinens war $6^h\ 12^m\ 2^s$ MEZ mit 3^s Unsicherheit. Das beobachtete Bahnstück reicht von $\alpha = 111°7$, $\delta = +49°3$ nach $\alpha = 104°0$, $\delta = +27°8$ und wurde in 4^{s}5 durchlaufen. Der Kopf des Meteors war bläulich mit rötlichem Schweifansatz. Vor dem Erlöschen zerfiel ersterer in etwa fünf Teile von rötlicher Farbe. Herr Hofrat Hartwig konnte auf Zuruf eben noch den letzten Teil der Bahn sehen und bezeichnete den Endpunkt übereinstimmend. (C. Hoffmeister.)

4. Sulzbach, Oberpfalz (11° 44', + 49° 31'). Der Beobachter sah die Erscheinung etwas östlich von N, nach einer rohen Zeichnung zwischen 40° und 10° Höhe. Der Endpunkt war durch ein Dach verdeckt. (Ratsassessor Micheler.)

5. Altenburg (12° 22', + 50° 59'). Große, leuchtende Kugel, von der sich zwei kleinere lösten, in südöstlicher Richtung beobachtet; langer feuriger Schweif. (Frau Elly Oettel.)

6. Potsdam (13° 4', + 52° 24'). Bewegung W—E, schließlich steil abwärts. Dem Kopf schloß sich ein weißblau leuchtender Schweif an, aus dem sich rotglühende Körper lösten. (Tägliche Rundschau vom 16. Dezember.)

7 Berlin NO (13° 26', + 52° 32'). Das Meteor zog in einem Bogen über den Südhimmel. Eine Zeichnung läßt erkennen, daß es genau unterhalb von Jupiter nicht hoch über dem Horizont hinter Häusern verschwunden ist. Die Neigung betrug zuletzt 66° Farbe hellblau und grünlich, blendend hell. (A. Marquardt.)

8. Kalkberge, Mark (13° 45', + 52° 29'). Richtung der Bahn W—E. Endpunkt unterhalb des Jupiter, Dauer 1 bis 2^s. Das Meteor besaß anfänglich Kugelgestalt und nahm dann eine unregelmäßige Form an unter Abstoßung kleinerer Kugeln. (Frau C. Boremski.)

9. Frankfurt a. d. Oder (14° 31 + 52° 20'). Von SW nach NE in flachem Bogen. (Zahnarzt Schapeke.)

10. Stettin (14° 33', + 53° 25'). Das Meteor schoß in schräger Richtung von W nach E abwärts und zerfiel in drei Teile. (Lehrer K. Supply.)

11. Stechow bei Rathenow. Güterdirektor Ahrens will die Feuerkugel schon etwas westlich von S beobachtet haben. Die drei Kugeln bewegten sich langsam abwärts und erleuchteten den Himmel noch nachdem sie schon am Horizont entschwunden waren. (Berliner Lokalanzeiger vom 16. Dezember.)

12. Prühlitz bei Wittenberg, Bezirk Halle. »Hell leuchtende, blaugrünliche Rakete, die sich in großem Bogen über mir zur Erde senkte.« (Dr. Körber.)

13. Wünsdorf bei Zossen. Von S nach E am südlichen Himmel; bläulichgrüne Kugel mit Schweif, Dauer 3 bis 4^s. (Wilhelm Stürmer.)

Zahlreiche Beobachtungen aus Berlin enthalten außer der angeführten keine rechnerisch verwertbaren Angaben. Sonstige belanglose Mitteilungen liegen vor aus Eberswalde, Klein Köris, Kleinmühlingen (Anhalt), Neudorf (Unterfranken) und Schweinfurt, außerdem eine zweite Beobachtung aus Stettin.

Die Zeit der Erscheinung wird durch die Beobachtung aus Bamberg mit aller Schärfe gegeben. Diese Beobachtung muß auch die Grundlage der Bahnbestimmung bilden als die einzige, welche vollständige Angaben über die scheinbare Bahn des Meteors enthält. Letztere fehlen sonst fast vollkommen, und nur dem glücklichen Umstande, daß das Erlöschen in der Gegend von Berlin senkrecht unterhalb des hellglänzenden Planeten Jupiter stattfand, ist es zu verdanken, daß die Bahn überhaupt mit einiger Sicherheit ermittelt werden konnte. Die Beziehung auf Jupiter ist in gleicher Weise in Berlin und dem

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

21 *km* östlich gelegenen Kalkberge angewandt. Den beiden Orten entspricht eine Parallaxe des Endpunkts von etwa 6° im Azimut, so daß der Widerspruch zwischen beiden Beobachtungen innerhalb der erfahrungsmäßigen Grenzen bleibt. Nimmt man an, daß sich das Meteor, nachdem es in Berlin hinter Häusern verschwunden war, noch weiter bewegt habe, so wird der Widerspruch noch verringert, doch bietet die Zeichnung des Beobachters keinen Anhalt dafür, daß ein wesentlicher Teil der Bahn verdeckt gewesen ist. Bei der starken Neigung derselben erschien es mir ratsam, für Berlin und Kalkberge die Richtung nach Jupiter mit gleichem Gewicht beizubehalten, wobei die Verbesserung im Azimut je etwa 3° in entgegengesetztem Sinne beträgt. Der dadurch gewonnene jedenfalls recht sichere Richtungsstrahl ergibt in Vereinigung mit der Beobachtung aus Bamberg für das Erlöschen des Meteors die Koordinaten und die Höhe

$$\lambda = 14^\circ\ 57', \qquad \varphi = +51^\circ\ 31 \qquad H = 58 \cdot 2\ km.$$

Die Höhe ist dabei allein aus der Bamberger Beobachtung berechnet. Die Richtungsstrahlen schneiden sich unter einem Winkel von 81°5, so daß trotz der großen Entfernung von beiden Orten die Lage des Endpunktes wahrscheinlich mit recht guter Annäherung an die Wirklichkeit erhalten wurde.

Für die Bestimmung des scheinbaren Radianten kommen ebenfalls nur die beiden Beobachtungen aus Bamberg und Berlin in Betracht. Erstere gibt die Koordinaten der Bahn unmittelbar in Rektaszension und Deklination. Als Knoten und Neigung in bezug auf den Äquator wurden bestimmt $\alpha_K = 97^\circ\ 42'$, $J = 78^\circ 15'$ Die der Berliner Zeichnung entnommene Neigung von 66° gegen den Horizont am Endpunkt führt im Anschluß an den bei $\alpha = 31^\circ 8$, $\delta = 9^\circ 6$ gelegenen Endpunkt zu den Werten $\alpha_K = 201^\circ\ 39'$, $J = 43^\circ\ 41$

Der Schnittpunkt der dadurch bestimmten Bahnbogen liegt bei

$$\alpha = 267^\circ 3, \qquad \delta = +41^\circ 0.$$

Der Winkel beim Radianten in dem durch diesen und die beiden aufsteigenden Äquatorknoten bezeichneten Dreieck beträgt 90°9, so daß die Umstände für die Ermittlung des Radianten recht günstig sind. Die größere Unsicherheit der Berliner Beobachtung überträgt sich vorwiegend auf die Deklination.

Es kann weiter geschlossen werden, daß die Bahn des Meteors aus dem Azimut 117°6 gerichtet und um 31°6 gegen den Horizont des Endpunkts geneigt war. Der Ort des Aufleuchtens ist in keiner Beobachtung mit solcher Bestimmtheit bezeichnet, daß seine Höhe und Lage berechnet werden könnte. Der Punkt, bei welchem die Feuerkugel in Bamberg voll entwickelt hinter dem linken Rand des Spaltes der Refraktorkuppel hervorkam, lag 22° 19' vom scheinbaren Endpunkt entfernt, woraus sich seine wahre Lage bei

$$\lambda = 13^\circ\ 31'5, \qquad \varphi = +51^\circ\ 58', \qquad H = 128\ km$$

ergibt. Die Projektion der Bahn auf die Erdoberfläche geht dicht südlich von Lübbenau und Kottbus vorüber zum Endpunkt 4 *km* nördlich von Priebus in Schlesien. Die Länge des in Bamberg beobachteten Teiles der Bahn beträgt 131·3 *km*, woraus in Verbindung mit der Dauerschätzung als gestörte und reine geozentrische Geschwindigkeit folgen

$$v = 29 \cdot 2\ km/\text{sec.}, \qquad v' = 27 \cdot 0\ km/\text{sec.}$$

Die Zenitverschiebung des Radianten betrug 2° 30', der verbesserte scheinbare Radiant lag dementsprechend bei

$$\alpha = 265^\circ 0 \qquad \delta = +39^\circ 3$$
$$\lambda = 260 \cdot 5 \qquad \beta = +62 \cdot 6$$

in 89°0 Abstand vom Apex. Die zugehörige Sonnenlänge ist 262° 23' Die heliozentrische Geschwindigkeit wurde zu

$$v'' = 40 \cdot 0\ km/\text{sec.}$$

ermittelt, in Einheiten der mittleren Erdbewegung ausgedrückt = 1 353.

Die Bahn der Feuerkugel wäre im Sonnensystem demnach eine sehr langgestreckte Ellipse gewesen, doch liegt der gefundene Wert der unteren Grenze der hyperbolischen Geschwindigkeiten so nahe, daß die hyperbolische Eigenschaft der Bahn nicht unwahrscheinlich ist, besonders wenn man berücksichtigt, daß sich die Nachweisung vorwiegend auf die tieferen Teile des irdischen Laufes bezieht.

Von einigem Wert ist schließlich noch eine Vergleichung der berechneten Ergebnisse mit jenen der oben angeführten Beobachtungen, die für die scheinbare Bahn nur unsichere Anhaltspunkte geben. In Kempten erfolgte das Aufleuchten nach der Beobachtung etwas links von NE und 35° hoch. Für den Bamberger ersten Bahnpunkt ergab sich der scheinbare Ort $A = 205°$, $h = 12°$ Das Azimut stimmt befriedigend überein, die Höhe ist bedeutend überschätzt worden. In Sulzbach lag der Endpunkt 9° hoch fast genau in NE. Die Bahn verlief schwach geneigt von links nach rechts. Kein Bahnpunkt konnte in 40° Höhe gesehen werden, dagegen wird die auch nur unsicher beobachtete Endhöhe gut dargestellt. In Frankfurt a. d. Oder zog das Meteor in flachem Bogen von WSW nach ESE. Das Verschwinden am Horizont, wie es der Beobachter in Stechow beschreibt, kann unmöglich in dieser Weise stattgefunden haben. Vielleicht war der letzte Bahnteil durch irdische Hindernisse den Blicken entzogen. Der berechnete Endpunkt liegt 14° hoch im Azimut 304° Die Bahn mußte fast senkrecht erscheinen mit ganz geringer Abweichung von rechts nach links. In Prühlitz zog das Meteor nicht weit nördlich vom Zenit vorüber in Übereinstimmung mit der Beobachtung. — Für Wünsdorf lag der Anfangspunkt etwa 11° südlich vom Zenit, das Ende in SE.

Fast alle Beobachter erwähnen die vor dem Erlöschen erfolgte Teilung in mehrere Kugeln, die auch in Bamberg beobachtet werden konnte. Große Widersprüche bestehen dagegen bezüglich der Farbe der Erscheinung. Nach der Bamberger Beobachtung war der Kopf bläulich, der Schweifansatz rötlich. Die zuletzt zurückbleibenden Teile werden als rot bezeichnet, doch mag dies zum Teil eine Folge der horizontnahen Lage des Endpunkts gewesen sein. Unter den übrigen Berichten fanden sich folgende Bezeichnungen für den Kopf des Meteors: weiß, gelb, grün (dreimal); grünlich (zweimal); hellgrün, grünlich-rötlich, bläulichgrün (dreimal); mehr blau als grün, bläulich (zweimal); drei grüne Kugeln, die erste Kugel blendend weiß, die zweite und dritte blau, rot und gelb schimmernd; hellblau und grünlich. Dem Schweif werden folgende Farben zugeschrieben: bläulicher Funkenstreifen, roter Schweif; weißblauer Schweif, rote Funken; weißer Schweif; goldener Schweif; grüner Schweifansatz mit roten Funken, anschließend weißer Streifen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Denkschriften der Akademie der Wissenschaften.Math.Natw.Kl. Frueher: Denkschr.der Kaiserlichen Akad. der Wissenschaften. Fortgesetzt: Denkschr.oest.Akad.Wiss.Mathem.Naturw.Klasse.

Jahr/Year: 1926

Band/Volume: 100

Autor(en)/Author(s): Hoffmeister Cuno

Artikel/Article: Bestimmung der Bahnen von 13 großen Meteoren. 229-255