Beiträge zur Kenntniss der Sternschnuppen. Von Herrn Professor *Edmund Weiss*.

II. Abhandlung.

(Auszug aus einer der kaiserl. Akademie der Wissenschaften am 19. Mai überreichten Abhandlung.)

Höhenbestimmungen von Sternschnuppen der Augustperiode 1869.

a. Persönliche Gleichung bei Sternschnuppen-Beobachtungen.

Die verschiedenen Methoden, welche bei der Berechnung von Sternschnuppenbahnen angewendet werden, unterscheiden sich hauptsächlich darin, dass ein Theil derselben von der Voraussetzung ausgeht, es werde das Erscheinen und Verschwinden der Meteore an beiden Standorten gleichzeitig aufgefasst, während ein anderer Theil, die Gültigkeit dieser Annahme bezweifelnd, die Beobachtung der Sternschnuppe am zweiten Orte nur zur Bestimmung der Bahnebene verwendet, und die Durchschnitte der am ersten Standpunkte beobachteten Richtungen mit jener Bahnebene aufsucht. Welche dieser beiden Berechnungsarten vorzuziehen sei, hängt offenbar davon ab, ob die Voraussetzung der Gleichzeitigkeit des Erscheinens und Verschwindens von Meteoriten für verschiedene Beobachter berechtigt sei, oder nicht. Da ich zur Entscheidung dieser Frage kein hinreichendes Material vorfand, wir überhaupt noch wenig Angaben besitzen, welche die Unsicherheit der Meteorbeobachtungen abzuleiten gestatten, liess ich es mir angelegen sein, eine Beobachtungsreihe zu diesem Zwecke zu veranstalten. Ich ersuchte daher Herrn Dr. Th. Ritter v. *Oppolzer*, welcher mir seine Mitwirkung bei der Beobachtung der Augustperiode des vorigen Jahres freundlichst zugesagt hatte, sowie die Herren *J. Palisa* und *J. Rosner*, welche während jener Epoche correspondirende Beobachtungen mit der Wiener Sternwarte ausführen sollten, an mehreren Nächten gemeinsam Sternschnuppen zu beobachten. Die Beobachtungen wurden mit Hülfe von Meteoroskopen am 4. und 9. Juni, 12. und 13. Juli und 4. August angestellt, und es fassten die Herren alle dieselbe Parthie des Himmels ins Auge, um möglichst viele Meteore zugleich zu erblicken. Trotzdem blieb die Zahl der mehrfach gesehenen weit unter meiner Erwartung, weil trotz der angestrengtesten Aufmerksamkeit, die Mehrzahl der Sternschnuppen nur von Einem Beobachter bemerkt wurde, den anderen hingegen entging. Besonders auffällig war ferner der Umstand, dass an einzelnen Tagen (natürlich in ein und derselben Himmelsgegend) *Oppolzer* bedeutend mehr Sternschnuppen wahrnahm als *Palisa*,

an anderen hingegen das Verhältniss sich geradezu umkehrte. Ich erwähne diese Thatsachen hauptsächlich aus dem Grunde, weil sie den Schlüssel zur Erklärung mancher Erscheinungen darbieten dürften, welche in früheren Zeiten als ein Beweis angesehen wurden, dass die Sternschnuppen häufig nur lokal sichtbare Gebilde seien.

Die Discussion der an den oben genannten Tagen mehrfach eingestellten Meteore, sowie der zu einigen anderen Zeiten gelungenen Doppelbeobachtungen, an denen auch die Herren Prof. *R. Felgel* und *A. v. Littrow* sich theilnahmen, führt zuerst zu dem Resultate, dass bei so rasch verlaufenden Phänomenen vielerlei Täuschungen vorkommen. So kommen z. B. Meteore vor, welche für den einen Beobachter scheinbar sehr steil, zum Theil fast lothrecht, für den andern mässig geneigt herabfallen: andere scheinen dem einen Beobachter schwach zu steigen, dem zweiten hingegen zu fallen; bei einzelnen ist die Beobachtung des einen Herrn geradezu die Fortsetzung der des anderen: ja es geht zuweilen so weit, dass die Endpunkte nicht einmal zusammenstossen etc. etc. Auf das Vorkommen dieser und ähnlichen Verhältnisse bei correspondirenden Beobachtungen verschiedener Orte machte schon *Bessel* in seiner classischen Abhandlung über Sternschnuppen (*Astr. Nachr.* XVI. 321) aufmerksam, und man hat daraus mehrfach den Schluss gezogen, dass zuweilen Sternschnuppen an verschiedenen Orten in verschiedenen Theilen ihrer Bahn gesehen werden. Die hier mitgetheilten Thatsachen zeigen indess, dass man nicht nöthig hat, zu dieser gewagten Hypothese zu greifen, sondern dass bei Beobachtungen von Meteorbahnen zwischen einzelnen Beobachtern persönliche Gleichungen, wenn man so sagen darf, vorkommen, welche ganz den Charakter tragen, als ob ihnen das Meteor nicht gleichzeitig erschienen und verschwunden sei. Um nun die Natur dieser persönlichen Gleichungen näher kennen zu lernen, habe ich die Unterschiede in den beobachteten Anfangs- und Endpunkten und in der Bahnlänge, zugleich mit der Bewegungsrichtung zusammengestellt.

aussetzung entfällt auf jeden einzelnen Beobachter als Betrag der mittleren Unsicherheit seiner Beobachtung $\varepsilon = \frac{v}{\sqrt{2}}$ und der wahrscheinlichen $r = 0.6745\varepsilon$; man kann daher bei Beobachtungen mit Meteoroskopen als Inbegriff der zufälligen Beobachtungsfehler und constanten Auffassungsunterschiede für eine Einstellung annehmen:

$$\begin{aligned} \text{mittlerer Fehler } \varepsilon &= \pm 3^{\circ}10 \left\{ 196 \text{ Beobachtungen} \right\} \\ \text{wahrsch.} \quad r &= \pm 2.09 \left\{ \right\} \end{aligned}$$

Es wurde früher erwähnt, dass die Bahnrichtungen wahrscheinlich genauer sein dürften, als die jetzt gefundenen Fehler vermuthen liessen. Dies scheint auch in der That der Fall zu sein. Ich habe nämlich bei 32 correspondirend zwischen Wien, Brünn und Melk, während der Augustperiode 1869 beobachteten Meteoriten, bei denen mir die Position der Radiationspunkte aus denen sie ausstrahlten hinreichend sicher ermittelt schien, die Bahnlage so corrigirt, dass sie wirklich durch den Radiationspunkt hindurchgehen. Die dazu erforderlichen, der angewendeten Methode zu Folge einander sehr nahe gleichen Correctionen der Anfangs- und Endpunkte auf die richtige Bahnlage liefern für den mittleren (ε') und wahrscheinlichen (r') Fehler eines Anfangs- oder Endpunktes:

$$\begin{aligned} \text{mittlerer Fehler } \varepsilon' &= \pm 1^{\circ}6 \left\{ 64 \text{ Bahnen} \right\} \\ \text{wahrsch.} \quad r' &= \pm 1.0 \left\{ \right\} \end{aligned}$$

also bei weitem kleinere Quantitäten als die früheren E und r .

Es schien mir nicht ohne Interesse, zu untersuchen, ob auch bei Meteorbeobachtungen nach der gewöhnlich gebräuchlichen Methode, durch Einzeichnung der Bahnen in Sternkarten, die Anfangs- und Endpunkte gleich sicher bestimmt werden, oder ob dies bloss eine Eigenthümlichkeit der Beobachtungen mit Hülfe von Meteoroskopen sei. Zu dieser Untersuchung geben jene Höhenberechnungen ein wenn auch indirectes, so doch sehr gutes Mittel an die Hand, bei denen sowohl für die Anfangs- als Endpunkte die kleinsten, von *Bessel* f genannten Aenderungen berechnet sind, welche an die beobachteten Positionen angebracht werden müssen, um sie zu gleichzeitigen zu machen. Diese Quantitäten fand ich bei den Höhenberechnungen die *Erman*, Astr. Nachr. XVII. 315 und XIX. 27, mittheilt, und denen die *J. F. Schmidt* in seinem Werke „Resultate aus zehnjährigen Beobachtungen über Sternschnuppen“ ausführte, und behandelte sie ganz so wie oben die Differenzen in den Anfangs- und Endpunkten zwischen verschiedenen Beobachtern als reine Beobachtungsfehler nach der Methode der kleinsten Quadrate. Um jedoch auch hier die extremen Fälle zu vermeiden, habe ich alle jene

Angaben vollständig weggelassen, in denen f in dem einen Endpunkte 6° überstieg. Der Rest ergab:

Berechner.	f_a	f_e	f_m	
<i>Erman</i>	2.77	2.88	2.80	(29 Bahnen)
<i>Schmidt</i>	3.01	2.42	2.71	(28 „)
Im Mittel:	2.87	2.68	2.75	(57 Bahnen)

Die geringen Unterschiede zwischen f_a und f_e weisen darauf hin, dass auch bei diesen Bahnen die Anfangs- und Endpunkte sehr nahe gleich gut beobachtet wurden; ich habe daher auch hier auf dieselbe Art wie früher v_a und v_e , f_a und f_e zu den Mittelwerthen f_m vereinigt.

Die Grösse f kann man als die Projektion des Beobachtungsfehlers auf eine Ebene gelten lassen, welche senkrecht auf die durch die beiden Beobachtungsstationen und den Ort der Sternschnuppe gelegte Ebene errichtet ist. Es wäre demnach der mittlere Beobachtungsfehler $\varepsilon = \frac{\pi}{2} f_m = 4^{\circ}31$, vorausgesetzt, dass die Zahl der Beobachtungen schon für gross genug erachtet wird, um die Wahrscheinlichkeitsrechnung mit Sicherheit anwenden zu können. Vergleicht man dies mit dem Werthe $\varepsilon = 3^{\circ}10$ wie er aus den Meteoroskopbeobachtungen abgeleitet wurde, so sieht man, dass diese jenen keineswegs an Genauigkeit nachstehen, sondern sie sogar erheblich übertreffen. Mit diesem Resultate stehen auch die Höhenberechnungen in Einklang, welche in der 3. Abtheilung dieser Abhandlung mitgetheilt werden. Denn während, abgesehen von den 32 Bahnen, deren Lage zuerst corrigirt wurde, unter dem Reste von 23 Bahnen bloss zwei schelmbar aufsteigende vorkommen, kommen unter den 29 von *Erman* deren sechs, und unter den 28 von *Schmidt* deren sieben vor, obwohl die Standlinien bei den letztgenannten Beobachtungen im Allgemeinen länger waren, als bei den meinen.

Zu einem anderen Ergebnisse führen die Beobachtungen, die *Schmidt* (Resultate etc. p. 117) im November 1849 mit *Thormann* anstellte, um den wahrscheinlichen Fehler beim Einzeichnen von Meteorbahnen in Karten zu vermitteln; die einzigen mir bekannten Beobachtungen dieser Art. Wohl zeigen auch die Spuren vom Vorhandensein constanten Auffassungsdifferenzen zwischen *Schmidt* und *Thormann*: berechnet man indess, so wie früher, aus den mitgetheilten Unterschieden $(\alpha' - \alpha) \cos \frac{\delta' + \delta}{2}$ und $\delta' - \delta$ die Grösse $v =$

$$\sqrt{(\alpha' - \alpha)^2 \cos^2 \frac{\delta' + \delta}{2} + (\delta' - \delta)^2} \text{ so findet man:}$$

$$\begin{aligned} v_a &= \pm 3^{\circ}52 \quad (25 \text{ Beobachtungen}) \\ v_e &= \pm 2.21 \quad (43 \quad \quad \quad) \end{aligned}$$

Es erscheinen daher nicht nur die Endpunkte als bedeutend sicherer beobachtet, sondern es sind auch die Beobachtungen überhaupt genauer als die mit Hülfe des Meteoroskopes, bei denen $v_a = v_e = \pm 4^{\circ}38$ war.

Das Resultat der vorhergehenden Untersuchungen lässt sich nun in folgende Sätze zusammenfassen:

1) Bei Meteorbeobachtungen treten zwischen einzelnen Beobachtern persönliche Gleichungen auf, welche ganz den Charakter tragen, als ob die Meteore nicht gleichzeitig erscheinen und verschwinden würden, indem namentlich die Bahnlängen von verschiedenen Beobachtern auch verschieden angegeben werden.

2) Die Anfangs- und Endpunkte der Meteorbahnen werden mit den Meteoroskopen nahezu gleich sicher beobachtet, und

b. Berechnung correspondirender Sternschnuppen-Beobachtungen.

Wir haben soeben gesehen, dass Sternschnuppen verschiedenen Beobachtern nicht gleichzeitig aufzuflammen und zu verlöschen scheinen, und dass die Fehler in den Anfangs- und Endpunkten die Bahnlage nur zum Theile verfälschen. Unter diesen Umständen ist es wohl am zweckmässigsten, bei der Berechnung correspondirender Beobachtungen die Annahme der Gleichzeitigkeit zu verlassen, die an dem einen Ende der Standlinie notirten Positionen bloss zur Bestimmung der Bahnebene zu verwenden, und die Durchschnittspunkte der an andern Ende beobachteten Richtungslinien mit dieser Ebene, als Orte der Sternschnuppe zu betrachten. Eine solche Berechnungsart schlug schon *Bessel* in seiner Abhandlung „über Sternschnuppen“ (Astr. Nachr. XVI.) vor, und gab als wichtige Ergänzung seiner Methode auch Formeln an, mittelst welchen man den grösstmöglichen Einfluss von Beobachtungsfehlern auf das gewonnene Resultat zu berechnen und darnach das Vertrauen das es verdient, wenigstens einigermaßen zu beurtheilen im Stande ist. Allein *Bessel's* Formeln sind viel zu weitläufig, um eine allgemeinere Anwendung zuzulassen, und es wurden auch, wohl nur desshalb, so viel mir bekannt, Meteorbahnen eigentlich nie vollständig nach ihnen berechnet. Man begnügte sich nämlich nach *Bessel's* Vorgange immer, die Höhenberechnungen

es beträgt der wahrscheinliche Einstellungsfehler verbunden mit der persönlichen Gleichung für jeden Endpunkt $r = \pm 2^{\circ}1$. Die Richtung der Meteorbahn wird jedoch in der Regel genauer angegeben, als diese Fehler vermuthen lassen.

3) Nach den Ergebnissen der Berechnungen correspondirender Beobachtungen zu urtheilen, erhält man auch beim Einzeichnen der Meteorbahnen in Sternkarten die Positionen der Anfangs- und Endpunkte beiläufig mit gleicher Genauigkeit, die jedoch der bei Beobachtungen mit Meteoroskopen nachsteht. Eine directe Beobachtungsreihe führt indess zu anderen Resultaten, und es wäre daher sehr zu wünschen, dass die beim Einzeichnen von Meteorbahnen erreichbare Genauigkeit einmal einer gründlichen Untersuchung unterzogen würde.

nur aus der Bahnlage des einen Ortes, verbunden mit den Richtungsangaben vom zweiten auszuführen, während das sicherste Resultat offenbar erst dadurch zu erlangen ist, dass man die Höhen auch aus der Bahnlage des zweiten und den Richtungsangaben des ersten Ortes bestimmt, und aus den so gewonnenen Zahlen das Mittel, je nach Umständen, einfach oder nach Gewichten zieht.

Die Beobachtungen der letzten Dezzennien haben uns ferner gelehrt, dass die Meteore nicht einzeln, sondern zu langgestreckten Strömen vereinigt die Sonne umkreisen, und es ist auch gelungen die Bahnen einzelner dieser Ströme durch Bestimmung der ihnen angehörigen Radiationspunkte mit grösserer oder geringerer Sicherheit zu ermitteln. Da nun der Radiationspunkt eines Meteoros durch Ortsveränderung auf der Erde nicht alterirt wird, und die Bahnebene bei der *Bessel's*chen Berechnungsmethode einen der wichtigsten Factoren bildet, wird man dort, wo der Radiant eines Meteoros hinreichend scharf bekannt ist, die Sicherheit des Resultates wesentlich erhöhen, wenn man die beobachteten Bahnen zuerst so corrigirt, dass sie in der That durch denselben hindurchgehen. Ich werde daher zunächst Formeln zur Höhenberechnung von Meteoroiden entwickeln, für den Fall dass der Radiationspunkt bekannt ist.

I. Berechnung von Meteorbahnen bei bekanntem Radiationspunkte.

Sei (Fig. 1) MM_2 die Projection der an dem einen Orte beobachteten Meteorbahn auf die Himmelskugel, R der Radiationspunkt, so wird die Verlängerung der Bahn nach rückwärts im Allgemeinen nicht durch diesen hindurchgehen. Das Letztere wird man, ohne den Beobachtungen mehr Zwang anzuthun als nöthig ist, am einfachsten dadurch erreichen können, dass man durch den Radianten und Bahnmittelpunkt S einen grössten Kreis hindurchlegt, und die ganze Bahn um ihre Mitte in denselben hineindreht.

Figur 1.

Nennt man nun:

$\alpha^0, \delta^0; \alpha_2^0, \delta_2^0$ die beobachteten Anfangs- und Endpunkte der Meteorbahn MM_2 .

α_m, δ_m die Coordinaten der Bahnmitte S .

L die Länge der Meteorbahn MM_2 , daher $MS = SM_2 = \frac{L}{2}$.

A, D die Position des Radianten R .

Ω, J Länge des Knotens und Neigung des durch den Radiationspunkt und die Bahnmitte gelegten grössten Kreises RST .

$E = ST$ die Entfernung der Bahnmitte vom Knoten des grössten Kreises RST .

$\alpha, \delta; \alpha_2, \delta_2$ die Endpunkte a, b der in den grössten Kreis RST gedrehten Meteorbahn, so erhält man zuerst die Grössen $L; \alpha_m, \delta_m; \Omega, J$ und E aus den folgenden Formeln, deren Ableitung so einfach ist, dass sie füglich übergangen werden kann:

$$\sin^2 \frac{L}{2} = \sin^2 \frac{1}{2} (\delta^0 - \delta_2^0) + \cos \delta^0 \cos \delta_2^0 \sin^2 \frac{1}{2} (\alpha^0 - \alpha_2^0) \dots (1)$$

$$\left. \begin{aligned} \cos \delta_m \sin \left(\alpha_m - \frac{\alpha^0 + \alpha_2^0}{2} \right) &= -\operatorname{tg} \frac{1}{2} (\delta^0 - \delta_2^0) \sin \frac{1}{2} (\alpha^0 - \alpha_2^0) \\ \cos \delta_m \cos \left(\alpha_m - \frac{\alpha^0 + \alpha_2^0}{2} \right) &= \cos \frac{1}{2} (\delta^0 + \delta_2^0) \cos \frac{1}{2} (\alpha^0 - \alpha_2^0) \end{aligned} \right\} (2)$$

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} (\Omega - \alpha_m) &= \frac{\operatorname{tg} \delta_m \sin (\alpha_m - A)}{\operatorname{tg} D - \operatorname{tg} \delta_m \cos (\alpha_m - A)} \\ \operatorname{tg} E \sin J &= \frac{\operatorname{tg} \delta_m}{\cos (\Omega - \alpha_m)} \\ \operatorname{tg} E \cos J &= \operatorname{tg} (\Omega - \alpha_m) \end{aligned} \right\} \dots \dots (3)$$

Nach der Berechnung dieser ergeben sich $\alpha, \delta; \alpha_2, \delta_2$ aus:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} (\Omega - \alpha) &= \operatorname{tg} \left(E \pm \frac{L}{2} \right) \cos J \\ \operatorname{tg} (\Omega - \alpha_2) &= \operatorname{tg} \left(E \mp \frac{L}{2} \right) \cos J \\ \operatorname{tg} \delta &= \sin (\Omega - \alpha) \operatorname{tg} J \\ \operatorname{tg} \delta_2 &= \sin (\Omega - \alpha_2) \operatorname{tg} J \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (4)$$

Die Anwendung der Formel (1) statt der gewöhnlichen $\cos L = \sin \delta^0 \sin \delta_2^0 + \cos \delta^0 \cos \delta_2^0 \cos (\alpha^0 - \alpha_2^0)$ ist deshalb anzurathen, weil in den meisten Fällen L eine mässige Grösse hat, und deren Berechnung auch etwas einfacher, wenn man sich eine Tafel construirt, welche mit dem Argumente x die Grössen $\sin^2 \frac{x}{2}$ und $\log \sin^2 \frac{x}{2}$ giebt, fortschreitend in Intervallen von Zehntheilen eines Grades.

Die Quadranten der Grössen Ω, J und E kann man beliebig wählen, da sie nur die Rolle von Hilfsgrössen spielen. Des Folgenden wegen ist es aber am bequemsten J immer im 1. Quadranten anzunehmen; dann sind Ω und E

so zu bestimmen, dass $\sin (\Omega - \alpha_m)$ das Zeichen von $\operatorname{tg} \delta_m$ und $\cos E$ das von $\cos (\Omega - \alpha_m)$ erhält.

Sollte das Meteor sich sehr nahe in einem Declinationskreise bewegen, also J sehr nahe an 90° sein, kann man statt der beiden letzten Formeln zur Berechnung von δ und δ_2 mit Vortheil verwenden:

$$\sin \delta = \sin \left(E \pm \frac{L}{2} \right) \sin J$$

$$\sin \delta_2 = \sin \left(E \mp \frac{L}{2} \right) \sin J$$

Bezeichnet man ferner die analogen sich auf den zweiten Ort beziehenden Grössen mit denselben Buchstaben, unterscheidet sie jedoch wie im Folgenden immer durch Striche von diesen, und seien demgemäss (Figur 2)

α, b die Anfangs- und Endpunkte $\alpha, \delta; \alpha_2, \delta_2$ der am ersten Orte O gesehenen, wie oben so ausgeglichenen Bahn, dass sie durch den Radianten R hindurchgeht;

Figur 2.

a' , b' die Anfangs- und Endpunkte a' , δ' ; α'_2 , δ'_2 der eben so ausgeglichenen, am zweiten Orte O' gesehenen Bahn;
 $ab = L$, $a'b' = L'$ die betreffenden Bahnlängen;

A , D die Position c des zweiten Ortes O' bezogen auf den ersten O ; endlich die Bogen:

$$\begin{aligned} ca &= s & cb &= s_2 & ca' &= \sigma & cb' &= \sigma_2 \\ ca' &= s' & cb' &= s'_2 & ca &= \sigma' & cb &= \sigma'_2 \end{aligned}$$

so ist α' der Durchschnittspunkt der am zweiten Orte beobachteten Meteorbahn, mit der durch beide Orte und dem am

ersten beobachteten Anfangspunkt gelegten Ebene, also der Durchschnittspunkt der grössten Kreise $a'b'$ und ca . Man erhält desshalb die Coordination a , d von a' aus:

$$\begin{aligned} tg \delta' \sin(\alpha'_2 - a) - tg \delta'_2 \sin(\alpha' - a) + tg d \sin(\alpha' - \alpha'_2) &= 0 \\ tg \delta \sin(A - a) - tg D \sin(\alpha - a) + tg d \sin(\alpha - A) &= 0 \end{aligned}$$

Setzt man in diesen Gleichungen allen Gliedern in denen a erscheint $(+m - m)$ hinzu, entwickelt die nun vorkommenden Sinus nach dem Bogen $m - a$, und eliminiert sodann aus beiden Gleichungen $\cos(m - a)$, so gewinnt man:

$$\sin(m - a) = \frac{\sin(\alpha'_2 - \alpha') [tg \delta \sin(A - m) - tg D \sin(\alpha - m)] - \sin(\alpha - A) [tg \delta' \sin(\alpha'_2 - m) - tg \delta'_2 \sin(\alpha' - m)]}{tg \delta' [tg \delta \sin(A - \alpha'_2) - tg D \sin(\alpha - \alpha'_2)] - tg \delta'_2 [tg \delta \sin(A - \alpha') - tg D \sin(\alpha - \alpha')] } tg d$$

Eine ähnliche leicht ersichtliche Bedeutung haben die Punkte β' , α , β und können daher aus ähnlichen Relationen berechnet werden.

Sei endlich die Entfernung des Anfangspunktes des Meteoroiden beim Aufleuchten am ersten Orte O von diesem

Figur 3.

$Oa = r$ (Fig. 3), die Distanz beider Orte $OO' = R$, so ist $\angle aOc = s$, $\angle aO'e = s'$ und damit

$$r = R \frac{\sin s'}{\sin(s' - s)}$$

Setzt man in den Dreiecken Pca' und $Pa\alpha'$ (Figur 2) den Winkel $P\alpha'a = \gamma$ so hat man weiter:

$$\begin{aligned} \sin s' \sin \gamma &= \cos D \sin(a - A) \\ \sin(s' - s) \sin \gamma &= \cos \delta \sin(a - \alpha) \end{aligned}$$

oder:

$$\frac{\sin s'}{\sin(s' - s)} = \frac{\cos D}{\cos \delta} \cdot \frac{\sin(a - A)}{\sin(a - \alpha)} = \frac{\cos D}{\cos \delta} \cdot \frac{tg \delta' \sin(\alpha'_2 - A) - tg \delta'_2 \sin(\alpha' - A) + tg D \sin(\alpha' - \alpha'_2)}{tg \delta' \sin(\alpha'_2 - \alpha) - tg \delta'_2 \sin(\alpha' - \alpha) + tg \delta \sin(\alpha' - \alpha'_2)}$$

indem man von der früher entwickelten Formel Gebrauch machend zuerst $m = A$, dann $m = \alpha$ sein lässt, und die so erhaltenen Ausdrücke für $\sin(A - a)$ und $\sin(\alpha - a)$ durch einander dividirt. Ganz in gleicher Weise erhält man die

Entfernung des Endpunktes r_2 vom ersten Orte; ferner die Entfernungen r' und r'_2 beim Aufleuchten und Verschwinden des Meteoroiden am zweiten Orte von diesem, nämlich:

$$\begin{aligned} r &= R \frac{\sin s'}{\sin(s' - s)} = \frac{R \cos D}{\cos \delta} \cdot \frac{tg \delta' \sin(\alpha'_2 - A) - tg \delta'_2 \sin(\alpha' - A) + tg D \sin(\alpha' - \alpha'_2)}{tg \delta' \sin(\alpha'_2 - \alpha) - tg \delta'_2 \sin(\alpha' - \alpha) + tg \delta \sin(\alpha' - \alpha'_2)} \\ r_2 &= R \frac{\sin s'_2}{\sin(s'_2 - s_2)} = \frac{R \cos D}{\cos \delta_2} \cdot \frac{tg \delta' \sin(\alpha'_2 - A) - tg \delta'_2 \sin(\alpha' - A) + tg D \sin(\alpha' - \alpha'_2)}{tg \delta' \sin(\alpha'_2 - \alpha_2) - tg \delta'_2 \sin(\alpha' - \alpha_2) + tg \delta_2 \sin(\alpha' - \alpha'_2)} \\ r' &= R \frac{\sin \sigma'}{\sin(\sigma - \sigma')} = \frac{R \cos D}{\cos \delta'} \cdot \frac{tg \delta \sin(\alpha_2 - A) - tg \delta_2 \sin(\alpha - A) + tg D \sin(\alpha - \alpha_2)}{tg \delta \sin(\alpha_2 - \alpha') - tg \delta_2 \sin(\alpha - \alpha') + tg \delta' \sin(\alpha - \alpha'_2)} \\ r'_2 &= R \frac{\sin \sigma'_2}{\sin(\sigma_2 - \sigma'_2)} = \frac{R \cos D}{\cos \delta'_2} \cdot \frac{tg \delta \sin(\alpha_2 - A) - tg \delta_2 \sin(\alpha - A) + tg D \sin(\alpha - \alpha_2)}{tg \delta \sin(\alpha_2 - \alpha'_2) - tg \delta_2 \sin(\alpha - \alpha'_2) + tg \delta'_2 \sin(\alpha - \alpha'_2)} \end{aligned} \quad \dots \dots \dots (a)$$

Führt man in diesen Formeln die Länge der Knoten und Neigungswinkel der durch die Meteorbahnen ab und $a'b'$ gehenden grössten Kreise mit der Fundamentalebene ein, indem man setzt:

$$\begin{aligned} tg \delta &= \sin(\delta_0 - \alpha) tg J & tg \delta' &= \sin(\delta'_0 - \alpha') tg J' \\ tg \delta_2 &= \sin(\delta_0 - \alpha_2) tg J & tg \delta'_2 &= \sin(\delta'_0 - \alpha'_2) tg J' \end{aligned}$$

so ziehen sich dieselben in die folgenden zusammen:

Gehen wir zur Reduction dieser Ausdrücke auf die Dreiecke $Pa'b'$ und $Pa'S$ (Fig. 2) über, und nennen in diesen die Winkel $Pa'b' = v$, $PSa' = \psi$ und die Seite $PS = 90 - \delta_1$, so ist zuvörderst:

$$\begin{aligned} tg \delta' \cos(\alpha'_2 - \alpha) - tg \delta'_2 \cos(\alpha' - \alpha) &= \cos(\alpha' - \alpha) [tg \delta' \cos(\alpha'_2 - \alpha') - tg \delta'_2] - \sin(\alpha'_2 - \alpha') \sin(\alpha' - \alpha) tg \delta' = \\ &= -\frac{\sin L'}{\cos \delta' \cos \delta'_2} [\cos(\alpha' - \alpha) \cos v + \sin(\alpha' - \alpha) \sin v \sin \delta'] = -\frac{\sin L' \cos \psi}{\cos \delta' \cos \delta'_2} \\ tg \delta' \sin(\alpha'_2 - \alpha) - tg \delta'_2 \sin(\alpha' - \alpha) &= \sin(\alpha' - \alpha) [tg \delta' \cos(\alpha'_2 - \alpha') - tg \delta'_2] + \sin(\alpha'_2 - \alpha') \cos(\alpha' - \alpha) tg \delta' = \\ &= -\frac{\sin L'}{\cos \delta' \cos \delta'_2} [-\sin(\alpha' - \alpha) \cos v + \cos(\alpha' - \alpha) \sin v \sin \delta'] = \frac{\sin L' \sin \psi \sin \delta_1}{\cos \delta' \cos \delta'_2} \\ \sin(\alpha' - \alpha'_2) &= -\frac{\sin L' \sin v}{\cos \delta'_2} = -\frac{\sin L' \sin \psi \cos \delta_1}{\cos \delta' \cos \delta'_2} \end{aligned}$$

und damit:

$$\left(\frac{dr}{dx \cos \delta}\right) = -F \cos \psi \quad \left(\frac{dr}{d\delta}\right) = F \sin \psi \cos(\delta_1 - \delta),$$

wenn man abkürzungsweise den beiden Ausdrücken gemeinsamen Factor:

$$\frac{r' \sin L'}{\cos \delta \cos \delta' \cos \delta'_2 [tg \delta' \sin(\alpha'_2 - \alpha) - tg \delta'_2 \sin(\alpha' - \alpha) + tg \delta \sin(\alpha'_2 - \alpha')]} = F$$

nennt.

Lässt man als Fehlereinheit einen Fehler von ε'' gelten, und sei davon der Theil $x\varepsilon$ in der Richtung des Rectascensionskreises, und $y\varepsilon$ in jener des Declinationskreises begangen worden, d. h. nehmen wir $(dx \cos \delta) = x\varepsilon$, $d\delta = y\varepsilon$ an, so ist der Fehler im grössten Kreise:

$$\varepsilon = \varepsilon \sqrt{x^2 + y^2}$$

oder

$$x^2 + y^2 = 1 \dots \dots \dots (\beta)$$

und der dadurch in r verursachte Fehler dr_a

$$dr_a = -F\varepsilon [x \cos \psi - y \sin \psi \cos(\delta_1 - \delta)].$$

Soll nun dr_a mit Berücksichtigung der Bedingungs- gleichung (β) ein Maximum werden, so hat man anzunehmen:

$$\begin{aligned} x &= \pm \frac{\cos \psi}{\sqrt{\cos^2 \psi + \sin^2 \psi \cos^2(\delta_1 - \delta)}} \\ y &= \mp \frac{\sin \psi \cos(\delta_1 - \delta)}{\sqrt{\cos^2 \psi + \sin^2 \psi \cos^2(\delta_1 - \delta)}} \end{aligned}$$

$$x \cos \psi - y \sin \psi \cos(\delta_1 - \delta) = \pm \sqrt{\cos^2 \psi + \sin^2 \psi \cos^2(\delta_1 - \delta)} = \pm \sqrt{1 - \sin^2 \psi \sin^2(\delta_1 - \delta)}.$$

Es ist daher der Maximaleinfluss eines Fehlers von ε'' in dem am ersten Orte beobachteten Anfangspunkte:

$$dr_a = \pm \varepsilon F \sqrt{1 - \sin^2 \psi \sin^2(\delta_1 - \delta)}.$$

Zur Berechnung dieses Ausdruckes liefern uns die Dreiecke $Sa\alpha'$ und $a'c\alpha'$

$$\sin \psi \sin(\delta_1 - \delta) = \sin(s' - s) \sin(a'c\alpha') = \frac{\sin(s' - s)}{\sin s'} \sin \sigma \sin(b'a'c) = \frac{R}{r} \sin \sigma \sin(b'a'c)$$

und zur Berechnung des Winkels $b'a'c$ die Dreiecke $Pa'c$ und $Pa'b'$, wenn man $\angle Pa'c = k$ schreibt:

$$b'a'c = 360 - (k + v)$$

$$\sin \sigma \sin k = \cos D \sin(\alpha' - A)$$

$$\sin \sigma \cos k = \sin D \cos \delta' - \cos D \sin \delta' \cos(A' - A)$$

$$\sin L' \sin v = \cos \delta'_2 \sin(\alpha'_2 - \alpha')$$

$$\sin L' \cos v = \sin \delta'_2 \cos \delta'_2 - \cos \delta'_2 \sin \delta' \cos(\alpha'_2 - \alpha')$$

$$\sin \sigma \sin L' \sin(b'a'c) = -\sin \sigma \sin L' \sin(v + k) = \cos \delta' \cos \delta'_2 \cos D [tg \delta' \sin(\alpha'_2 - A) - tg \delta'_2 \sin(\alpha' - A) + tg D \sin(\alpha' - \alpha'_2)]$$

Der Ausdruck rechter Hand tritt grösstentheils schon bei der Berechnung von r und r_2 als Zähler auf. Schreibt man daher abkürzungsweise:

$$k' = R \cos D [tg \delta' \sin(\alpha'_2 - A) - tg \delta'_2 \sin(\alpha' - A) + tg D \sin(\alpha' - \alpha'_2)] \cdot \cos \delta' \cos \delta'_2$$

so geht dadurch $\sin \psi \sin(\delta_1 - \delta)$ in $\frac{k'}{r \sin L'}$, und man kann auch den früher als F bezeichneten Coefficienten durch k' ausdrücken; es ist nämlich $F = \frac{r^2 \sin L'}{k'}$.

Es gestaltet sich daher schliesslich der Maximaleinfluss den ein im Anfangspunkte des ersten Ortes begangener Fehler

$$dr_a = \pm \frac{\varepsilon' r^2 R \cos D \cos \delta'_2 \sin L'}{k'^2} \cdot [tg \delta \sin(\alpha'_2 - A) - tg \delta'_2 \sin(\alpha - A) + tg D \sin(\alpha - \alpha'_2)] = \pm \varepsilon' \frac{r^2 \sin s}{k' \sin s'} \sin(\alpha' b')$$

$$dr_e = \pm \frac{\varepsilon'' r^2 R \cos D \cos \delta' \sin L'}{k'^2} \cdot [tg \delta \sin(\alpha' - A) - tg \delta' \sin(\alpha - A) + tg D \sin(\alpha - \alpha')] = \pm \varepsilon'' \frac{r^2 \sin s}{k' \sin s'} \sin(\alpha' a')$$

Die numerische Addition dieser drei Ausdrücke liefert die grösstmögliche Wirkung dr von bestimmten Beobachtungsfehlern von den einzelnen Orten, und es wäre nun ein Leichtes, dieselbe in jedem speciellen Falle zu berechnen.*) Allein es hat heute die Aufsuchung der Unsicherheit eines gewonnenen Resultates nicht mehr die Bedeutung wie zu jenen Zeiten, in denen man aus der Beschaffenheit der beobachteten Bahnen die Natur des Phänomenes ergründen sollte, sondern lediglich den Werth einen beiläufigen Maassstab für die Sicherheit der erhaltenen Zahlen zu gewinnen. Dies vorausgesetzt, kann man in den Ausdrücken für dr_a und dr_b die Sternschuppe als gleichzeitig ansehen, da dem obigen zu Folge die Abweichungen von der Gleichzeitigkeit nicht allzu erheblich sind. Dann wird:

$$\frac{\sin s}{\sin s'} = \frac{r'}{r} \quad \alpha' b' = L' \quad \alpha' a' = 0$$

daher:

$$dr_a = \pm \varepsilon' \frac{rr' \sin L'}{k'}, \quad dr_e = 0$$

$$\begin{aligned} k &= R \cos D [tg \delta \sin(\alpha_2 - A) - tg \delta_2 \sin(\alpha - A) + tg D \sin(\alpha - \alpha_2)] \cdot \cos \delta \cos \delta_2 \\ &= R \cos D [tg J \sin(\Omega - A) - tg D] \cdot \cos \delta \cos \delta_2 \sin(\alpha - \alpha_2) \\ &= R \sin D [tg J \cot D \sin(\Omega - A) - 1] \cdot \cos \delta \cos \delta_2 \sin(\alpha - \alpha_2) \\ k' &= R \cos D [tg \delta' \sin(\alpha'_2 - A) - tg \delta'_2 \sin(\alpha' - A) + tg D \sin(\alpha' - \alpha'_2)] \cos \delta' \cos \delta'_2 \\ &= R \cos D [tg J' \sin(\Omega' - A) - tg D] \cdot \cos \delta' \cos \delta'_2 \sin(\alpha' - \alpha'_2) \\ &= R \cos D [tg J' \cot D \sin(\Omega' - A) - 1] \cdot \cos \delta' \cos \delta'_2 \sin(\alpha' - \alpha'_2). \end{aligned}$$

von ε^0 auf die Entfernung äussern kann, zu folgendem Ausdrucke:

$$dr_a = \pm \frac{\varepsilon'^2 \sin L'}{k'} \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{k'}{r \sin L'}\right)^2} = \pm \varepsilon' r \sqrt{\left(\frac{r \sin L'}{k'}\right)^2 - 1}$$

In gleicher Weise findet man als Maximaleinflüsse von Fehlern in den Orten a' und b' die mit dr_a und dr_b bezeichnet werden mögen:

Ferner sind hier die Beobachtungsfehler nicht mehr ganz unabhängig von einander, indem die Bedingung eingeführt wurde, dass die Bahn durch den Radiationspunkt hindurchgehen muss, und in Folge dessen die Beobachtungsfehler nur ein Drehen derselben um den Radianten bewirken können. Sehen wir indess auch von diesem Umstande ab, indem wir den Fehler in a' dem in a gleichsetzen, d. h. $\varepsilon' = \varepsilon$ annehmen, so erhalten wir endlich als Maximalfehler:

$$\left. \begin{aligned} dr &= \pm \varepsilon \left[r \sqrt{\left(\frac{r \sin L'}{k'}\right)^2 - 1} \pm r' \cdot \frac{r \sin L'}{k'} \right] \\ \text{und in gleicher Weise:} \\ dr_2 &= \pm \varepsilon \left[r_2 \sqrt{\left(\frac{r_2 \sin L'}{k'}\right)^2 - 1} \pm r'_2 \cdot \frac{r_2 \sin L'}{k'} \right] \\ dr' &= \pm \varepsilon \left[r' \sqrt{\left(\frac{r' \sin L}{k}\right)^2 - 1} \pm r \cdot \frac{r' \sin L}{k} \right] \\ dr'_2 &= \pm \varepsilon \left[r'_2 \sqrt{\left(\frac{r'_2 \sin L}{k}\right)^2 - 1} \pm r_2 \cdot \frac{r'_2 \sin L}{k} \right] \end{aligned} \right\} (7)$$

wobei gesetzt wurde:

*) *Bessel* macht in seiner oben citirten Abhandlung bei der Ableitung des Maximaleinflusses von Beobachtungsfehlern auf das berechnete Resultat, die wohl kaum zu rechtfertigende Annahme, dass (bei seinen Bezeichnungen bleibend) die Beobachtungsfehler auf die Bogen s , s' , σ , σ' , in der Grösse

$$ds = \frac{\varepsilon}{\sin l}, \quad ds' = \frac{\varepsilon}{\sin l'}, \quad d\sigma = \frac{\varepsilon}{\sin \lambda}, \quad d\sigma' = \frac{\varepsilon}{\sin \lambda'}$$

wirken können. Abgesehen davon, dass dadurch auch die

Bahnlage am ersten Orte ins Spiel, welche bei der Berechnung von Distanzen aus der am zweiten Orte beobachteten Bahnlage von gar keinem Einflusse ist, können Beobachtungsfehler wohl auf σ_1 , σ'_1 etc. vergrössert, auf s , s' , σ und σ' aber höchstens mit ihrem ganzen Betrage, also in der Grösse ε übergehen. *Bessel* hat daher die Unsicherheit des Resultates in vielen Fällen nicht unerheblich überschätzt.

Um aus dr den Betrag von dH abzuleiten, genügt es

$$dH = dr \cos z \dots \dots \dots (8)$$

zu setzen, indem das zweite Glied von dH , nämlich $-r \sin z \, dz$ in den meisten Fällen zu unbedeutend ist, um die Mühe der Berechnung zu lohnen.

Die Position des zweiten Ortes in Bezug auf den ersten findet man vollkommen streng aus:

$$\begin{aligned} R \cos D \sin (S - t) &= -\rho' \cos \varphi' \sin (t + \lambda) + \rho \cos \varphi \sin t \\ R \cos D \cos (S - t) &= \rho' \cos \varphi' \cos (t + \lambda) - \rho \cos \varphi \cos t \\ R \sin D &= \rho' \sin \varphi' - \rho \sin \varphi \end{aligned}$$

wobei ρ, ρ' die Entfernung beider Beobachtungsorte vom Centrum der Erde, φ, φ' deren geocentrische Breiten, λ deren Längendifferenz, östlich positiv genommen, t die Sternzeit am ersten Orte vorstellt, und R, S, D Entfernung, Stundenwinkel und Declination des zweiten Ortes bezogen auf den ersten sind. Da jedoch die Entfernung beider Orte immer eine mässige sein muss, und die Seehöhe derselben selten sehr bedeutend sein wird, kann man $\rho = \rho'$ und dem Erdradius in der Breite $\frac{\varphi + \varphi'}{2}$ gleichsetzen. Dann kürzen sich die obigen Formeln in die Folgenden ab:

$$\begin{aligned} R \cos D \sin \left(S + \frac{\lambda}{2} \right) &= -2\rho \cos \frac{\varphi' - \varphi}{2} \cos \frac{\varphi' + \varphi}{2} \sin \frac{\lambda}{2} \\ R \cos D \cos \left(S + \frac{\lambda}{2} \right) &= -2\rho \sin \frac{\varphi' - \varphi}{2} \sin \frac{\varphi' + \varphi}{2} \cos \frac{\lambda}{2} \\ R \sin D &= +2\rho \sin \frac{\varphi' - \varphi}{2} \cos \frac{\varphi' + \varphi}{2} \\ A &= t - S \end{aligned}$$

Die Vergrößerung der Genauigkeit des Resultates, welche durch das Durchlegen der Meteorbahn durch den Radiationspunkt erzielt wird, dürfte in den meisten Fällen der dadurch bedingten Mehrarbeit kaum äquivalent sein. Dasselbe beansprucht nämlich fast eben so viel Zeit, als die Höhen- und Fehlerberechnung, verdoppelt also beinahe die ganze Arbeit. Allein es lässt sich zu Gunsten dieser Methode geltend machen, dass, wenn die Bahnen der Bedingung, an beiden Orten durch den gemeinsamen Radianen zu gehen genügen, ein ganz eigenthümliches Zusammentreffen von Umständen eintreten müsste, um eine absteigende Bahn zu einer scheinbar aufsteigenden, und vice versa zu gestalten. Es giebt daher diese Methode ein Mittel an die Hand, die Frage zu beant-

worten, ob aufsteigende Bahnen überhaupt vorkommen. Diese Frage, welche eine gewisse Wichtigkeit erlangen dürfte, wenn es sich darum handeln wird, zu erörtern, ob Meteore aus unserem Luftkreise je wieder in den Weltraum zurückkehren können, ist noch keineswegs endgültig entschieden. Wohl hat *Bessel* nachgewiesen, und alle späteren Rechnungen haben es bestätigt, dass man kaum von Einer bestimmten Sternschnuppe, deren Endpunkt in einem grösseren Abstände von der Erdoberfläche gefunden wird, als deren Anfangspunkt, mit Sicherheit behaupten könne, diess Aufsteigen sei ein wirkliches, und nicht blos scheinbares, durch die Beobachtungsfehler bedingtes gewesen. Daraus folgt indess noch lange nicht, dass es keine aufsteigende Meteore giebt: im Gegentheile, geht man die nach *Bessel's* Methode ausgeführten Höhenberechnungen durch, und bedenkt, dass Beobachtungsfehler in allen möglichen Richtungen wirken, und daher eine ansteigende Bahn eben so gut in eine scheinbar fallende verwandeln können, wie umgekehrt, so findet man unter den 30 von *Feldt* berechneten Bahnen (*Astr. Nachr.* XVI. 339) ausser 10 ansteigenden noch 9 solche, welche durch die Annahme von Beobachtungsfehlern im Betrage von 1° bis $1\frac{1}{2}^\circ$ zu ansteigenden gemacht werden können, bei denen es also zweifelhaft bleibt, ob sie stiegen oder fielen. Eben so kommen unter den 37 von *Erman* mitgetheilten Bahnberechnungen (*Astr. Nachr.* XVII. 315; XIX. 27) 7 aufsteigende und 18 zweifelhafte vor; unter den 14 von *Behrmann* (*Astr. Nachr.* LXVI. 331) eine aufsteigende und 3 zweifelhafte; unter den 32 von *Schmidt* (*Resultate etc.* pag. 122) endlich 9 aufsteigende und 13 zweifelhafte, daher im Ganzen, selbst, wenn man alle als aufsteigend gefundenen, zu den zweifelhaften Bahnen rechnet, unter 113 berechneten Meteoroiden 70 vor, bei denen es zweifelhaft bleibt ob sie stiegen oder fielen, und nur 43, bei denen das Fallen verbürgt werden kann. Diese Zahlen rechtfertigen gewiss nicht die Behauptung, dass die einfach nach *Bessel's* Vorschriften berechneten Beobachtungen dem Vorhandensein aufsteigender Sternschnuppen widersprechen. Erst nachdem ich in einer früheren Abhandlung gezeigt (*Astr. Nachr.* LXXII. 100), dass bei allen als aufsteigend gefundenen Meteoroiden des Laurentiusstromes mindestens an einem Orte grössere Fehler vorfielen, und nachdem ich jetzt unter den 32 im Folgenden mitgetheilten Meteorbahnen, die zuerst durch den Radianen hindurchgelegt wurden, keine einzige ansteigende gefunden habe, kann man es meiner Meinung nach, auch als durch die Beobachtungen, und nicht blos theoretisch erwiesen betrachten, dass aufsteigende Sternschnuppen, wenn sie überhaupt vorhanden sind, zu den äussersten Seltenheiten zählen.

2. Berechnung von Meteorbahnen bei unbekanntem Radiationspunkte.

In diesem Falle kann man eine vorhergehende Verbesserung nicht ausführen, daher die früher mit (α) bezeichneten Gleichungen unmittelbar aus den Beobachtungsdaten berechnen. Doch gewährt auch hier die Einführung des Knotens und der Neigung der Meteorbahnen manche Vortheile, und geschieht am bequemsten mittelst der Formeln:

$$\begin{aligned} 1) (\Omega - \alpha) \operatorname{tg} J &= \operatorname{tg} \delta \\ 2) (\Omega - \alpha) \operatorname{tg} J &= \frac{\operatorname{tg} \delta^2 - \operatorname{tg} \delta \cos(\alpha - \alpha_2)}{\sin(\alpha - \alpha_2)} \end{aligned}$$

in denen man J wieder im ersten Quadranten annehmen kann. Ebenso erhält man Ω' und J' und nach Berechnung dieser durch die Ausdrücke (5)–(8) alles übrige.

c. Berechnung correspondirender Beobachtungen der Augustperiode des Jahres 1869.

Schon seit längerer Zeit habe ich mich bemüht, correspondirende Meteorbeobachtungen zu veranstalten, um die mittlere Höhe des Erscheinens und Verschwindens der Sternschnuppen der einzelnen bekannteren Meteorschauer kennen zu lernen, und lege hier als erste Resultate dieser Bemühungen Höhenberechnungen aus der Augustperiode des Jahres 1869 vor, da mehrere frühere Verabredungen während der April- und Novemberperiode durch die Ungunst der Witterung so gut wie vereitelt wurden. Als Beobachtungsstationen hatte ich nebst Wien die Höhe des Semmerings und die Stadt Melk ausgesucht, Orte welche in gegenseitigen Entfernungen von etwa 10 geogr. Meilen sowohl untereinander als auch von Wien liegen. Auf den Semmering begab sich Herr *J. Rosner*, nach Melk Herr *J. Palisa*, beide mit je einem Gehülfen zum Notiren der Zeit des Erscheinens und der Position der Meteore. Kurz vor dem Eintritte der Augustperiode konnte auch noch Brünn als Beobachtungsstation einbezogen werden, da der Professor der darstellenden Geometrie an der Brünner Technik, Herr *G. v. Niessel*, freundlichst seine Theilnahme

an den Beobachtungen zusagte, während in Wien selbst die Herren Dr. *Th. Ritter v. Oppolzer*, Professor Dr. *R. Felgel* und *A. v. Littrow* mir zur Seite standen.

Um möglichst viele correspondirende Meteore, und solche mit möglichst grosser Parallaxe zu erhalten, wurde verabredet, dass die Beobachter vorzüglich die grösseren Höhen (über 30°) in's Auge fassen, und hauptsächlich nach der zwischen den anderen Beobachtungsorten liegenden Himmelsgegend sehen sollten (also z. B. der Beobachter in Brünn dem Wien südlich, Melk südwestlich liegt nach SSW u. s. w.) diese Anordnung erwies sich als sehr zweckmässig, und kann daher bei allen correspondirenden Beobachtungen auf's Beste empfohlen werden.

Die Beobachtungen wurden mit Hülfe von Meteoroskopen ausgeführt. Als Beobachtungstage waren der 9. bis incl. 13. August festgesetzt. Am 9. und 10. war jedoch der Himmel vollständig umzogen, und auch an den folgenden 3 Tagen gelangen nie an allen 4 Orten gleichzeitig Beobachtungen wie die nachstehende Zusammenstellung derselben zeigt.

	Wien.			Melk.		Semmering.		Brünn.		Gesamt-Zahl
	Zahl d. Met.	Zahl d. Beob.	Beob.-Zeit.	Zahl d. Met.	Beob.-Zeit.	Zahl d. Met.	Beob.-Zeit.	Zahl d. Met.	Beob.-Zeit.	
August 11	77	2	3 ^h 4	63	3 ^h 1	..	...	40	3 ^h 1	180
12	40	1	3,2	43	3,5	43	3 ^h 9	..	...	126
13	94	3	3,3	..	...	37	3,8	21	3,3	152
Summe	211	.	9 ^h 9	106	6 ^h 6	80	7 ^h 8	61	6 ^h 4	458

Am 12. August war in Wien der Himmel theilweise bewölkt. Die Zahl der Beobachter ist nur in Wien angegeben, da an den anderen Orten immer nur je einer thätig war.

An diesen drei Tagen traten im Ganzen 10 Radiationspunkte mehr oder minder deutlich hervor, deren genauere Bestimmung nach der von mir angegebenen Methode (Astr. Nachr. LXXII. 92) vorgenommen, und deren Vorhandensein,

so weit es möglich war, durch correspondirend beobachtete oder stationäre Meteore controllirt wurde. Bei der Ableitung dieser Radiationspunkte konnte ich auch noch 21 am 11. August von Captain *Tupmann* im Mittelmeere beobachtete Meteorbahnen benützen, die Dr. *J. F. Schmidt* mir freundlichst mitgetheilt hatte. Die ermittelten Radianthen sind die folgenden:

N.	August 11.				August 12.				August 13.			
	Position.	Zahl d. Met.	Zahl in ‰		Position.	Zahl d. Met.	Zahl in ‰		Position.	Zahl d. Met.	Zahl in ‰	
I	49°0' +55°6'	93	46		49°5' +56°7'	40	32		49°1' +61°6'	24	16	
II	77,3 +53,8	29	14		72,1 +54,4	17	14		69,9 +52,6	15	10	
III	293,8 +54,2	18	9		292 +52	2	.		297,4 +47,6	8	5	
IV	11,8 +25,1	14	7		10,4 +25,5	12	9		9,2 +25,0	19	12	
V	346,8 +53,3	10	5		344,4 +48,5	11	9		344,8 +52,4	31	20	
VI	334,2 — 5,5	6	3		340,4 — 4,6	10	8		340,6 — 3,7	11	7	
VII	296,6 + 6,2	6	3		298 + 8	4	3		300 +11	5	3	
VIII	46,6 +23,6	8	4		41,4 +24,1	7	6		.	.	.	
IX	Nordpol	3	1		Nordpol	12	10		Nordpol	5	3	
X	.	.	.		.	.	.		9,4 —18,9	9	6	
Sp.	.	14	7		.	11	9		.	25	17	

Eine lineare Anordnung des Perseusradianten ($50^\circ + 58^\circ$) wurde nicht wahrgenommen, und war höchstens am 12. August angedeutet. Am 13. August scheint nebst X noch ein neuer Radiant bei ($150^\circ + 65^\circ$) aufgetreten zu sein, dessen genauere Position aus den vorhandenen Beobachtungen sich jedoch nicht feststellen lässt.

Die vorstehende Tabelle zeigt sehr deutlich, dass der Laurentiusstrom am 11. August bereits sein Maximum überschritten hatte, und seine Intensität schon am 13. bedeutend unter die der anderen Meteorschauer gesunken war. Sehr auffällig ist übrigens der Umstand, dass die Radiationspunkte III und V, deren Vorhandensein ich im Jahre 1868 schon aus den wenigen in Aden angestellten Sternschnuppen-Beobachtungen erkannte, bisher *Heis* entgangen sind, und auch bei *Schmidt* nur der Letztere, dem am 13. August die meisten Meteore entströmten, vorkommt.

Unter den 458 im Ganzen eingestellten Meteoren kommen, wie eine nähere Untersuchung zeigt, 53 Doppel- und 3 dreifache Beobachtungen einer und derselben Sternschnuppe vor, so dass im Ganzen eigentlich nur 399 verschiedene Meteore gesehen wurden. Da jedoch die Beobachtungen nicht genau zu derselben Zeit an allen Orten begonnen und beendet wurden, wurden 30 Meteore gesehen, während an keinem anderen Orte beobachtet ward. Rechnet man diese ab, so fanden sich unter 369 Meteoren 56 oder 15 ‰ correspondirend beobachtete. Dies Resultat ist um so mehr als ein befriedigendes zu betrachten, als in Wien wegen der grösseren Zahl Beobachter ein bedeutenderer Theil des Himmels übersehen

werden konnte, als an den anderen Orten, und zeigt dass bei einer zweckmässigen Anordnung der Beobachtungen, die Zahl der an mehreren Orten zugleich gesehenen Meteore keineswegs so gering ist, als man in der Regel anzunehmen geneigt ist.

Die Radiationspunkte I und II, ferner am 13. August auch noch V schienen mir, sowohl wegen der grösseren Zahl der aus ihnen hervorbrechenden Meteore als auch wegen der ziemlich symmetrischen Vertheilung derselben hinreichend sicher bestimmt, um die Ebenen der Meteorbahnen vor der Höhenberechnung durch ein Hindurchlegen durch diese Radianten verbessern zu können. Aus diesen 3 Radianten kamen im Ganzen 32 Meteore: der Rest derselben wurde so behandelt, als ob deren Radianten unbekannt wären, da die vorhandenen Beobachtungen nicht ausreichen sie mit der nöthigen Sicherheit zu bestimmen.

Die Anfangs- und Endhöhen der einzelnen Meteore habe ich nach den früher entwickelten Formeln sowohl aus der Bahnlage an dem einen, und den Richtungen am anderen Orte, so wie umgekehrt berechnet. In der nun folgenden Zusammenstellung ist das Mittel beider Resultate hergesetzt, und als Maass der Unsicherheit die Grösse $e = \frac{\epsilon}{2} \sqrt{m^2 + m'^2}$ hinzugefügt, wobei $m\epsilon$ und $m'\epsilon$ die Maximaleinflüsse eines Beobachtungsfehlers von ϵ° bei der Berechnung der Höhe aus der Bahnlage am 1. und 2. Orte sind. Die correspondirend beobachteten Meteore sind ferner nach den Radiationspunkten geordnet, und mit den Nummern 1—56 versehen. Die Höhen sind in geographischen Meilen gegeben.

I. Radiant.

August 11.

$\mathcal{N}$	H		H_2	
1	14.2	$\pm 0.9\epsilon$	10.0	$\pm 0.5\epsilon$
3	21.1	2.2 ϵ	15.2	1.4 ϵ
6	17.3	1.0 ϵ	10.0	0.5 ϵ
7	18.9	1.1 ϵ	10.4	0.5 ϵ
8	19.2	1.2 ϵ	13.6	0.6 ϵ
9	18.2	2.6 ϵ	13.1	1.5 ϵ
10	17.7	1.0 ϵ	11.7	0.7 ϵ
14	16.4	5.9 ϵ	9.7	2.6 ϵ
15	15.1	0.6 ϵ	8.8	0.4 ϵ
18	16.7	1.1 ϵ	9.4	0.6 ϵ
19	17.6	3.4 ϵ	9.4	1.5 ϵ
23	13.7	$\pm 0.7\epsilon$	7.8	$\pm 0.3\epsilon$

Im Mittel 16.95

10.54

Hierher würde noch ein in Melk und Brünn beobachtetes Meteor ($\mathcal{N}$ 24) zu zählen sein, dessen ungünstige Bahnlage eine Höhenberechnung indess nicht gestattet.

August 12.

29	18.2	$\pm 1.5\epsilon$	13.1	$\pm 0.7\epsilon$
30	14.4	3.2 ϵ	7.0	0.9 ϵ
31	26.7	2.7 ϵ	19.7	1.4 ϵ
35	13.9	5.4 ϵ	7.8	1.5 ϵ
36	24.7	3.6 ϵ	14.4	1.4 ϵ
39	18.7	$\pm 1.2\epsilon$	14.3	$\pm 0.7\epsilon$

Im Mittel 19.94

13.16

August 13.

49	7.3	$\pm 0.4\epsilon$	5.5	$\pm 0.2\epsilon$
50	8.1	$\pm 0.3\epsilon$	5.4	$\pm 0.2\epsilon$
54	13.7		8.3	

Im Mittel 9.70

6.40

Bei der Bildung der Tagesmittel wurde den Meteor $\mathcal{N}$ 3, 9, 14, 19 und 35 das Gewicht $\frac{1}{2}$ gegeben, um die Unsicherheit jedes einzelnen Resultates wenigstens einigermaßen zu berücksichtigen.

II. Radiant.

August 11.

4	6.4	$\pm 0.3\epsilon$	5.1	$\pm 0.2\epsilon$
5	14.2	0.9 ϵ	11.8	0.8 ϵ
11	17.3	1.0 ϵ	12.5	0.7 ϵ
20	12.1		9.2	
21	14.1	$\pm 0.5\epsilon$	11.2	$\pm 0.4\epsilon$

Im Mittel 12.82

9.96

August 12.

28	13.4	$\pm 0.8\epsilon$	11.2	$\pm 0.5\epsilon$
38	16.4	$\pm 2.2\epsilon$	10.5	$\pm 0.9\epsilon$

Im Mittel 14.90

10.85

III. Radiant.

August 11.

$\mathcal{N}$	H		H_2	
16	13.0	$\pm 0.5\epsilon$	7.2	$\pm 0.3\epsilon$
25	14.1	$\pm 1.5\epsilon$	11.0	$\pm 1.0\epsilon$

Im Mittel 13.55

9.10

August 12.

34	15.5	$\pm 0.8\epsilon$	11.4	$\pm 0.5\epsilon$
----	------	-------------------	------	-------------------

August 13.

53	13.7	$\pm 0.3\epsilon$	10.4	$\pm 0.2\epsilon$
----	------	-------------------	------	-------------------

IV. Radiant.

August 13.

45	9.2	$\pm 0.7\epsilon$	7.7	$\pm 0.5\epsilon$
48	13.0	0.9 ϵ	4.2	0.2 ϵ
51	7.0	0.5 ϵ	4.4	0.2 ϵ
55	12.6	$\pm 0.9\epsilon$	11.6	$\pm 0.8\epsilon$

Im Mittel 10.45

6.98

V. Radiant.

August 11.

26	13.5	$\pm 0.6\epsilon$	10.2	$\pm 0.4\epsilon$
----	------	-------------------	------	-------------------

August 12.

37	16.1	$\pm 1.4\epsilon$	8.8	$\pm 0.5\epsilon$
----	------	-------------------	-----	-------------------

August 13.

43	18.0	$\pm 0.7\epsilon$	12.0	$\pm 0.5\epsilon$
47	14.3	0.5 ϵ	9.5	0.3 ϵ
56	5.0	$\pm 0.3\epsilon$	3.4	$\pm 0.1\epsilon$

Im Mittel 12.43

8.30

VI. Radiant.

August 11.

17	6.2	$\pm 0.4\epsilon$	4.5	$\pm 0.2\epsilon$
----	-----	-------------------	-----	-------------------

Hierher gehört auch noch $\mathcal{N}$ 13, ein in Melk und Brünn gesehenes Meteor, das indess nicht berechnet wurde, weil in Brünn blos der Anfangspunkt beobachtet ist.

August 12.

27	7.7	$\pm 0.5\epsilon$	6.5	$\pm 0.3\epsilon$
32	22.2	$\pm 4.5\epsilon$	10.0	$\pm 1.3\epsilon$

Im Mittel 10.60

7.20

August 13.

41	14.5	$\pm 0.7\epsilon$	12.2	$\pm 0.5\epsilon$
46	9.2	$\pm 0.5\epsilon$	6.5	0.2 ϵ
52	14.6	s.gross	9.0	$\pm 1.5\epsilon$

Im Mittel 12.16

9.31

Beim Bilden des Tagesmittels erhielten die Meteore $\mathcal{N}$ 32 und 52 das Gewicht $\frac{1}{4}$.

VII. Radiant.

August 11.

$\mathcal{N}$	H		H_2	
2	11.1	$\pm 0.9\epsilon$	12.2	$\pm 1.4\epsilon$
12	12.0	$\pm 0.6\epsilon$	7.8	$\pm 0.2\epsilon$
Im Mittel	11.55		10.00	

Das scheinbare Aufsteigen des Meteores $\mathcal{N}$ 2 hat um so weniger zu bedeuten, als es an und für sich gering ist, und der Endpunkt in Brünn als unsicher bezeichnet wird. Die Brünnener Bahn fordert auch in der That, um aus dem Radianten VII zu kommen eine Drehung nach jener Richtung, welche die Endhöhe verkleinern würde.

VIII. Radiant.

August 11.

22	19.0	$\pm 2.0\epsilon$	15.5	$\pm 1.4\epsilon$
----	------	-------------------	------	-------------------

Radiant.	August 11.		Zahl d. Met.	August 12.		Zahl d. Met.	August 13.		Zahl d. Met.	Mittel.		Zahl d. Met.
	H	H_2		H	H_2		H	H_2		H	H_2	
I	16.85	10.54	12	19.94	13.16	6	9.70	6.40	3	16.77	10.70	21
II	12.82	9.96	5	14.90	10.85	2	.	.	.	13.41	10.24	7
III	13.55	9.10	2	15.5	11.4	1	13.7	10.4	1	14.08	10.00	4
IV	.	.	.	.	.	.	10.45	6.98	4	10.45	6.98	4
V	13.5	10.2	1	16.1	8.8	1	12.43	8.30	3	13.38	8.78	5
VI	6.2	4.5	1	10.60	7.20	2	12.16	9.31	3	10.65	7.80	6
VII	11.55	10.00	2	.	.	.	.	.	.	11.55	10.00	2
VIII	19.0	15.5	1	.	.	.	.	.	.	19.0	15.5	1
IX	.	.	.	.	.	.	15.3	12.7	1	15.3	12.7	1
X	.	.	.	.	.	.	11.8	10.9	1	11.8	10.9	1
Sp.	.	.	.	12.0	9.9	1	20.8	23.7	1	.	.	2

Beim Durchsehen dieser Tabelle fällt es alsbald auf, dass das Tagesmittel der Anfangshöhen für jeden einzelnen Radianten am 12. höher ist, als am 11. und 13. bei denen dasselbe wenig zu differiren scheint. Dass dies ein blosses Spiel des Zufalls sei, kommt mir nicht wahrscheinlich vor, ich glaube vielmehr, dass diese Erscheinung mit der Constitution der obersten Schichten unseres Luftkreises zusammen-

hängt, eben so wie jene, die *H. A. Newton* bemerkte, dass den amerikanischen Beobachtungen zu Folge, die November-Meteore des Jahres 1863 in einer weit höheren Region sich bewegten, als in den darauf folgenden Jahren.

Ueber Perseiden besitzen wir mit Hinzufügung der obigen (Radiant I) die nachstehenden grösseren Beobachtungsreihen zur Bestimmung ihrer Höhen:

	H	H_2	Zahl d. Met.	
Beobachtungen an diversen Orten (1823—1865)	15.45	11.85	49	(Astr. Nachr. LXXII. 99)
" angestellt in Amerika 1863	15.15	12.14	39	(Silim. Jour. II. S. XL. 252)
" veranlasst in Berlin 1867	15.70	12.30	21	(Heis Woch. XI. 343)
" veranlasst in Wien 1869	16.77	10.70	21	
Mittel	15.77	11.75		

IX. Radiant.

August 13.

$\mathcal{N}$	H		H_2	
40	15.3	$\pm 1.0\epsilon$	12.7	$\pm 0.8\epsilon$

X. Radiant.

August 13.

44	11.8	$\pm 0.4\epsilon$	10.9	$\pm 0.3\epsilon$
----	------	-------------------	------	-------------------

Radiant unbekannt.

August 12.

33	12.0	$\pm 0.8\epsilon$	9.9	$\pm 0.8\epsilon$
----	------	-------------------	-----	-------------------

August 13.

42	20.8	$\pm 3.4\epsilon$	23.7	$\pm 4.8\epsilon$
----	------	-------------------	------	-------------------

Stellt man nun der Uebersicht wegen die für die einzelnen Radianten gewonnenen Tagesmittel der Anfangs- und Endhöhen tabellarisch zusammen, so hat man:

Die amerikanischen und Berliner Beobachtungen sind mir nur aus den Auszügen in den genannten Quellen bekannt, und bei denselben die Perseiden noch mit den Meteoren anderer Radianten vermengt. Doch kann dieser Umstand das Resultat wenig beeinflussen, da im Jahre 1863 eine Maximum-Epoche der Perseiden stattfand, und diese auch im Jahre 1867 stark vertreten waren.

Unter den von Wien im Jahre 1869 veranlassten Beobachtungen hatte kein Perseid eine aufsteigende Bahn. Die grössten Anfangshöhen waren 26,7 und 24,7 Meilen, beide

jedoch mit sehr grossen Unsicherheiten behaftet, während unter den Berliner Beobachtungen keine Höhe über 22 Meilen sich fand. Die beiden neu hinzugegetretenen Beobachtungsreihen haben daher meine im Anfange des Jahres 1868 ausgesprochene Ansicht (Astr. Nachr. LXXH. 100) bestätigt, dass neue Höhenbestimmungen die mittlere Höhe des Erscheinens und Verschwindens der Perseiden nicht mehr wesentlich alteriren werden, und dass bei denselben die Anfangspunkte der leuchtenden Bahnen 24 geogr. Meilen kaum je übersteigen.

Wien, 1870 Juli 16.

Prof. Edmund Weiss.

Beobachtungen des neuen Winnecke'schen Cometen auf der Sternwarte zu Hamburg.

1870	Mittl. Hamb. Zt.	$\Delta\alpha$	$\Delta\delta$	α app.	l. f. p.	δ app.	l. f. p.	Vergl.	Stern.
Juni 6	13 ^h 36 ^m 56 ^s	+3 ^m 14 ^s 30	-7' 13'' 15	0 ^h 58 ^m 46 ^s 19	9,594 ⁿ	26° 55' 26'' 5	0,785	6 1	a
6	13 44 54	+3 14,10		0 58 45,99	9,595 ⁿ			5	=
8	12 49 27	-2 57,25		1 1 24,42	9,576 ⁿ			5	b
12	12 25 32	+ 51,54		1 7 8,89	9,561 ⁿ			20	c
	12 26 17		-1 30,16			24 44 36,3	0,762	4	=
	12 45 7	+ 53,81		1 7 11,16	9,572 ⁿ			28	=
	12 48 1		-1 44,65			24 44 21,8	0,776	5	=
15	13 7 40	+ 51,71		1 12 0,22	9,580 ⁿ			16	d
	13 7 46		+10 53,15			23 22 13,6	0,796	3	=
	13 18 51	+ 52,94		1 12 1,45	9,582 ⁿ			14	=
	13 19 5		+10 44,07			23 22 4,6	0,808	3	=
19	13 5 44	+2 4,44	+ 7,02	1 19 14,61	9,574 ⁿ	21 10 47,7	0,808	3	e
	13 24 26	+2 6,05	- 18,10	1 19 16,22	9,576 ⁿ	21 10 22,6	0,819	3	=
22	13 23 6	- 16,1	ca. -4'.					2	

Mittlere Oerter der Vergleichsterne für 1870,0.

a 0^h 55^m 32^s 14 27° 2' 48'' 7 aus W. 1389, 1390 und R. n. F. 477 das Mittel.

b 1 4 21,91 26 26 57,6 W. 44.

c 1 6 17,48 24 46 14,0 W. 81.

d 1 11 8,57 23 11 27,8 aus W. 197; B. B. 173; R. n. F. 576 (nur in AR) das Mittel.

e 1 17 10,14 21 10 46,3 R. n. F. 640.

f ist nach B. D. für 1855,0 in 0^h 24^m 58^s 4, +19° 8' 8; genauer Ort nicht bekannt.

Beobachter am 22. Juni Director *Rümker*, sonst *Helmert*, immer am Refractor des Aequatoreals.

Wegen ungünstiger Witterung und nach Anfang Juli auch wegen des Einflusses der Morgendämmerung konnte der Comet nicht häufiger beobachtet werden. — Am 19. erschien er noch recht hell, etwas granulirt und mit An-

deutung von Kopfbildung, indem der etwa 20" im Durchmesser haltende helle Theil in nach der Richtung wachsender Rectascension convexer Krümmung [scharfere Begrenzung hatte