ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN.

Band 196.

Nr. 4698.

18.

Endgültige Vergleichung der Bahnelemente der Mai-Aquariden und des Halleyschen Kometen. Von Cuno Hoffmeister.

Im 191 Bande, Nr. 4573, der A. N. habe ich eine kurze Mitteilung veröffentlicht über den Zusammenhang der Mai-Aquariden mit dem Halleyschen Kometen. Eine eingehendere Würdigung auf Grund umfangreicheren Materials hat dieser Gegenstand seitens Prof. Ch. P. Oliviers erfahren, der bereits im Jahre 1911 parabolische Elemente des Meteorstromes veröffentlicht¹⁾, welche eine gute Annäherung an die Bahn des Halleyschen Kometen zeigen. Eine ausführliche Abhandlung vom gleichen Verfasser erschien im Jahre 1912²⁾ und zeigte abermals die befriedigende Übereinstimmung der Bahnelemente des Kometen und der Meteore. Ich selbst habe nahezu gleichzeitig im Rahmen einer noch unveröffentlichten, demnächst in der belgischen »Gazette astronomique« zum Abdruck gelangenden Arbeit über eine Reihe im Mai tätige Sternschnuppenströme neue Elemente der Aquariden berechnet, welche sich denen Prof. Oliviers bis auf geringe Abweichungen nähern. Ich führe diese Ergebnisse nachstehend an, um zu zeigen, daß bereits dadurch der schon lange vermutete, aber nicht zweifelsfrei erwiesene Zusammenhang von Komet und Meteorstrom ziemlich sichergestellt worden ist. Alle Angaben gelten für das Äquinoktium 1910.0.

	Komet	Meteorstrom		
		Olivier	elliptisch	Hoffmeister
		parabolisch		parabolisch
Ω	57°3	45°6	45°6	47°2
i	162.2	162.7	162.6	164.8
e	0.967	1	0.966	1
q	0.587	0.635	0.626	0.636
π	169°0	150°6	148°6	152°3

Prof. Olivier hat übrigens seine Bahnen ohne Berücksichtigung der Zenitattraktion ermittelt, während ich derselben Rechnung getragen habe.

Ein weiterer Umstand der für den Zusammenhang spricht, ist die mit der Wiederkehr des Kometen einsetzende plötzliche Steigerung der Tätigkeit des Radianten. Schon in den Jahren 1908 und 1909 wurden von seiten der »Société d'Astronomie« in Antwerpen systematische Beobachtungen des Aquaridenstromes eingerichtet, doch war das Ergebnis fast völlig negativ, da sich Meteore, die dem Radianten entstammen konnten, gar nicht oder doch nur ganz vereinzelt zeigten. Im Jahre 1910 jedoch nahm die Zahl der beobachteten Meteore plötzlich zu. Es handelte sich dabei offenbar um Körper, die dem Kometen um beträchtliche Strecken in seiner Bahn vorausgingen. Seitdem liefert der Radiant zur Zeit des Maximums bis zu 50% aller sichtbar werdenden Meteore. Näheres ist aus folgender Tafel zu entnehmen. t bedeutet die Dauer der Beobachtung, n die Zahl der überhaupt wahrgenommenen Meteore, A die Zahl der Aquariden.

Diese Ziffern verstehen sich für einen Beobachter, der etwa $\frac{1}{4}$ des Himmels überwacht, doch fällt bei diesem Verfahren der Prozentsatz der Aquariden etwas zu groß aus, da sie infolge der oft außerordentlich langen Bahnen sich häufig von einem Quadranten in den anderen bewegen. Die Beobachtungen erstreckten sich ausnahmslos auf den Osthimmel.

Beobachter: Olivier und andere.

Ort: 1910, Lick Observatory; 1911, McCormick Obs.;
1912, Agnes Scott College, Decatur Ga.

		t	n	A
1910 Mai	4	0 ^h 30 ^m	9	6
»	5	1 35	15	2
»	6	2 0	—	25
»	11	0 35	8	6
»	13	0 45	14	2
»	15	—	—	1
»	19	0 55	2	0
1911 Mai	2	2 55	24	8
»	4	0 54	6	3
»	5	1 53	21	14
1912 Mai	13	3 20	24	4

Beobachter: Hoffmeister.

Ort: Sonneberg ($\lambda = 11^{\circ} 10.7$ östl., $\varphi = +50^{\circ} 21.5$).

1910 April	30	0 25	2	0
Mai	4	0 50	5	1
»	7	1 20	8	3
»	12	1 15	10	1
»	14	1 15	6	0
»	15	1 40	6	0
1911 April	29	0 15	0	0
Mai	5	1 9	9	3
»	6	1 12	9	2
»	8	1 31	7	4

Ort: Baltimore ($\lambda = 76^{\circ} 36'$ westl., $\varphi = +39^{\circ} 16'$).

1912 Mai	10	2 11	9	1
----------	----	------	---	---

Ort: Sonneberg.

1913 April	29	1 10	8	1
»	30	1 40	12	2
Mai	8	2 10	22	2
»	9	1 40	11	4

Augenfällig ist die in Amerika beobachtete viel größere Häufigkeit der Aquariden. Der Grund liegt in den äußeren Bedingungen der Beobachtung. An sich sind diese die denkbar ungünstigsten. Für Sonneberg erhebt sich der Strahlungspunkt am 6. Mai erst um 13^h 39^m M.E.Z. über den Horizont,

¹⁾ Transactions of the American Philosophical Society, Philadelphia, Vol. XXII Part I.

²⁾ A. J. No. 639-640.

und bereits 1^h später wird die Dämmerung wirksam, die der weiteren Beobachtung bald ein Ziel setzt. In den in Betracht kommenden Teilen Amerikas dagegen kann wegen der südlicheren Lage das Phänomen gut eine Stunde länger verfolgt werden. Ich habe im Mai 1910 selbst in Baltimore ($\varphi = +39^{\circ}16'$) beobachtet und gefunden, daß Sternschnuppen $>4^m$ noch bis gegen 16^h wahrgenommen werden können. Es liegt auf der Hand, daß da die Bedingungen ungleich viel günstiger sind als in Deutschland, wo der Radiant vor Tagesanbruch kaum 10° Höhe erreicht.

Außerlich unterscheiden sich die Meteore des Aquaridenstromes ganz wesentlich vom Durchschnitt der gewöhnlichen Sternschnuppen. Am auffälligsten ist das durch die sehr geringe Neigung begünstigte Zustandekommen großer Bahnlängen, welche oft 50° überschreiten. Fast ausnahmslos hinterlassen die Meteore helle Schweifspuren, selbst Objekte vierter Größe, bei denen der Schweif oft viel auffälliger ist als der Kopf. Die Färbung der Meteore ist meistens rotgelb. Auch die mittlere Helligkeit steht mit 2^m6 über dem Durchschnitt. Ein 1913 Mai 9 von mir beobachtetes Meteor besaß die Größe -1^m . Die Wahrnehmbarkeit des Stromes erstreckt sich nach den Beobachtungen auf die Zeit vom 29. April bis 15. Mai.

Wie aus obiger Zusammenstellung der beobachteten Häufigkeiten zu ersehen ist, fällt das Maximum etwa auf Mai 6. Es entspricht dies ungefähr der Stelle größter Annäherung der Erdbahn an die Bahn des *Halleyschen* Kometen, denn ein eigentlicher Schnitt der Bahnen findet nicht statt, da im Knoten die Kometenbahn noch im Abstand von 0.16 Einheiten innerhalb der Erdbahn verläuft und erst weiterhin wenig nördlich von dieser vorübergeht. Nach anderweitigen Erfahrungen über die linearen Querdurchmesser der Meteorströme ist es nicht verwunderlich, daß trotzdem Begegnungen der Erde mit Körpern jenes Systems stattfinden können. Es wird demnach auch nur eine genäherte Übereinstimmung der Bahnen zu erwarten sein. Die folgenden, auf das Äquinoktium 1910.0 bezogenen, von *Cowell* und *Crommelin* berechneten Kometenelemente wurden benutzt:

$$\begin{aligned} \Omega &= 57^{\circ}16' & q &= 0.58715 \\ \omega &= 111^{\circ}42' & \pi &= 168^{\circ}58' \\ i &= 162^{\circ}13' & a &= 17.94527 \\ e &= 0.96728 \end{aligned}$$

Entsprechend meiner Absicht einer Gesamtbearbeitung des verfügbaren Materials habe ich mich bemüht, möglichst zahlreiche Radiantenpositionen zu erlangen, doch nur mit mäßigem Erfolg. Den oben erwähnten ungünstigen Sichtbarkeitsverhältnissen ist es zuzuschreiben, daß sich nicht mehr Beobachter dieses interessanten Meteorstromes gefunden haben. Die diesen Untersuchungen zugrunde liegenden 12 Radiantenörter sind in nachstehender Tafel mit den zugehörigen Daten

und Sonnenlängen, der Anzahl der scheinbaren Bahnen n und den Gewichten p zusammengestellt. Nr. 10 und 11 entnahm ich einer brieflichen Mitteilung von Professor *Olivier*. Wenn irgend möglich, wurden die Radianten aus den Beobachtungen einer einzigen Nacht abgeleitet, nur als Ausnahme wurden die Ergebnisse mehrerer aufeinander folgender Nächte vereinigt. Die Zahl der zu einer Position benutzten Bahnen ist zwar recht gering, doch wird dieser Mangel aufgewogen durch die erhöhte Sicherheit der Bestimmung, die durch die große Länge der Bahnen und das Vorhandensein heller Schweife gewährleistet wird.

Nr.	M. Z. Greenwich	☉	Radiant		n	p	Aut.
			α	δ			
1	1910 Mai 4 ^d 97	44° 5'	334.0	-3.4	6	1	O
2	» 6.20	45 16	337.5	-0.5	8	2	H
3	» 6.85	45 54	337.7	-0.6	25	5	O
4	» 11.99	50 52	342.0	-0.6	5	1	»
5	1911 Mai 2.82	41 48	331.7	+0.2	5	1	»
6	» 4.87	43 45	332.4	-0.8	3	1	»
7	» 5.87	44 43	336.0	0.0	11	2	»
8	» 12.00	50 39	338.3	-1.3	5	1	H
9	1913 April 30.60	40 6	329.3	+2.0	3	1	»
10	Mai 3.90	43 19	332.0	-1.2	9	2	O
11	» 5.97	45 19	331.8	-1.1	7	1	»
12	» 9.60	48 50	340.8	+0.2	5	1	H

Eine strenge Bestimmung der Zenitattraktion ist, da sich diese Größe mit der Höhe des Radianten fortwährend ändert, schwer durchzuführen, ist aber auch gar nicht erforderlich, da ja die Radiantenörter selbst im allgünstigsten Falle um mehrere Zehntel Grade unsicher sind. Im allgemeinen wurde die Zenitattraktion berechnet für die Mitte der Beobachtungszeit.

Im folgenden bedeutet h die angenommene Höhe des Radianten, ζ die Zenitattraktion; α' und δ' bezeichnen die verbesserten Radiantenörter.

Nr.	h	ζ	α'	δ'
1	10° 1'	0° 41'	334° 31'	-3° 50'
2	3 45	0 46	337 59	-1 6
3	10 18	0 41	338 13	-1 3
4	11 4	0 40	342 30	-1 2
5	12 21	0 39	332 12	-0 12
6	12 42	0 38	332 53	-1 12
7	11 13	0 40	336 30	-0 26
8	6 25	0 43	338 53	-1 51
9	7 55	0 44	329 46	+1 26
10	12 44	0 39	332 30	-1 37
11	13 43	0 38	332 23	-1 31
12	8 51	0 42	341 20	-0 21

Aus diesen Positionen wurden folgende drei Normalörter gebildet:

	☉	$l_{Ap.}$	α	δ	λ	β	E	P	Benutzte Örter
I	42° 8'	311° 18'	331° 44'	-0° 28'	333° 35'	+10° 26'	24° 30'	4	5, 9, 10
II	45 13	314 25	336 29	-1 14	337 46	+ 8 0	24 37	12	1, 2, 3, 6, 7, 11
III	50 7	319 22	340 54	-1 5	341 58	+ 6 29	23 28	3	4, 8, 12

$l_{Ap.}$ ist die Länge des Erdapex, E der Abstand des Radianten vom Apex, P die Summe der p als Gewicht des Normalortes. Die Koordinaten der entsprechenden wahren Radianten sind folgende, wobei E_0 wieder den Abstand vom Apex bezeichnet.

	λ_0	β_0	E_0
I	350° 3'	+16° 54'	41° 44'
II	354 40	+12 54	41 56
III	358 11	+10 30	40 0

Unter der Annahme, daß die große Achse der Bahn für Komet und Meteore übereinstimmt, wurden aus den Normalörtern folgende drei auf das Äquinoktium 1910.0 bezogene Elementensysteme berechnet:

	I	II	III
Ω	42° 8'	45° 13'	50° 7'
ω	102 38	98 22	100 10
i	158 56	163 29	166 45
e	0.96535	0.96738	0.96652
q	0.62280	0.58538	0.60081
π	144° 46'	143° 35'	150° 17'

Heliozentrische Perihelkoordinaten.

	I	II	III	Komet
l	145° 38'	143° 56'	150° 33'	169° 56'
b	-20 32	-16 20	-13 2	-16 26.

Zwecks Ableitung endgültiger Mittelwerte wurden die Systeme I und III auf die Knotenlänge des Systems II reduziert durch Anbringung nachstehender Korrekturen:

	I	III
$\Delta\Omega$	+3° 5'	-4° 54'
Δi	+0 13	-0 15
$\Delta\pi$	+0 12	-0 10
Δq	+0.01124	-0.02063.

Unter Berücksichtigung der oben mitgeteilten Gewichte P ergaben sich hieraus die folgenden endgültigen Elemente, welche als die sichersten bisher für den Aquaridenstrom veröffentlichten gelten können.

$$\left. \begin{aligned} \Omega &= 45^\circ 13' \\ \omega &= 99 41 \\ i &= 162 38 \end{aligned} \right\} 1910.0 \quad \begin{aligned} e &= 0.96682 \\ q &= 0.59480 \\ \pi &= 144^\circ 54'. \end{aligned}$$

Die Vergleichung mit den Kometenelementen wurde unmittelbar vorgenommen. Von der von *Lehmann-Filhés* empfohlenen Reduktion auf gleiche Knotenlänge wurde in diesem Falle, wo eine Berührung der Bahnen gar nicht stattfindet, abgesehen, da damit nur wenig oder nichts gewonnen wäre. Im Sinne Komet - Meteorstrom zeigen sich die folgenden Abweichungen:

$$\left. \begin{aligned} \Delta\Omega &= +12^\circ 3' \\ \Delta\omega &= +12 1 \\ \Delta i &= -0 25 \end{aligned} \right\} \begin{aligned} \Delta e &= +0.00046 \\ \Delta q &= -0.00765 \\ \Delta\pi &= +24^\circ 4'. \end{aligned}$$

Neben dem zu erwartenden Unterschied der Knotenlängen weichen nur die Länge des Perihels bzw. der Abstand des Perihels vom Knoten wesentlich ab, während die Übereinstimmung der übrigen Elemente sogar wider Erwarten gut ist. Berücksichtigt man noch die seit 1910 eingetretene Steigerung der Tätigkeit des Radianten, so kann der Zusammenhang der Meteore und des Kometen mit großer Wahrscheinlichkeit, wenn nicht mit Sicherheit, gefolgert werden.

Sonneberg, 1913 August 21.

Cuno Hoffmeister.

L'influence de l'absorption atmosphérique sur la position de la Lumière Zodiacale.

Par B. Fessenkoff.

J'ai appliqué les résultats de mes observations photométriques sur la Lumière Zodiacale pour trouver l'influence de l'absorption atmosphérique sur la position de l'axe de ce phénomène qui est donnée par les observations ordinaires. Sans pouvoir entrer ici en détails je donnerai simplement le recueil des formules pour la réduction en question.

Les observations usuelles nous fournissent les coordonnées d'un point ($\beta, l = \lambda - \odot$) situé sur l'axe apparent de la Lumière Zodiacale, c'est à dire sur la courbe de l'intensité maxima et le temps sidéral $\mathcal{J}$. Il faut en déduire les coordonnées du point correspondant de l'axe réel de la Lumière Zodiacale (x, l) c'est à dire de la courbe d'intensité maxima observée en dehors de l'atmosphère.

Nous avons:

$$\begin{aligned} \cos i &= \cos \varepsilon \sin \varphi - \sin \varepsilon \cos \varphi \sin \mathcal{J} \\ \sin i \cos Q &= \sin \varphi \sin \varepsilon + \cos \varphi \cos \varepsilon \sin \mathcal{J} \\ \sin i \sin Q &= \cos \varphi \cos \mathcal{J} \end{aligned}$$

où i est l'inclinaison de l'écliptique par rapport à l'horizon et Q est la différence des longitudes entre zénith et pôle de l'équateur. Ensuite, comme β reste toujours petit, nous avons, en introduisant la quantité auxiliaire

$$\cos z_0 = \sin i \sin (\lambda + Q),$$

la série suivante:

$$z = z_0 - \beta \cos i \operatorname{cosec} z_0 + [0.0087 \beta^2 \operatorname{ctg} z_0 (1 - \cos^2 i \operatorname{cosec}^2 z_0)] + \dots$$

$$\text{et } \frac{\partial z}{\partial \beta} = -\cos i \operatorname{cosec} z + [0.0174 \beta \operatorname{ctg} z] + \dots$$

(β exprimé en degrés)

où les termes entre parenthèses peuvent être négligés presque toujours.

En outre nous calculons:

$$\Phi'(z) = -\lg p \operatorname{tg} z \sec z \times [1 - A(2 + 3 \operatorname{tg}^2 z) + B(2 + 5 \operatorname{tg}^2 z) \sec^2 z + \dots] \quad 1)$$

$$\text{où } \lg A = 6.9228_{-10} \text{ et } \lg B = 3.8967_{-10}$$

p étant le coefficient de la transparence de l'atmosphère.

L'équation à résoudre est

$$\frac{-4\pi b [\cos 4(\beta - x)]^{\beta-1} \sin(\beta - x)}{k + n [\cos 4(\beta - x)]^{\beta}} = \Phi'(z) \frac{\partial z}{\partial \beta}$$

où, d'après mes observations photométriques,

$$\begin{aligned} k &= 13.8 - 0.08 \operatorname{arctg} [0.045 (l^\circ - 34^\circ)] \\ n &= 13.7 - 0.2 \operatorname{arctg} [0.0625 (l^\circ - 34^\circ)] \\ b &= 6.6 \sin (l^\circ + 20^\circ). \end{aligned}$$

¹⁾ Pour déduire cette expression j'ai employé la théorie de l'absorption atmosphérique due à *Bouguer*. Le coefficient de l'absorption p doit être déterminé pour chaque station d'observations. Dans mes calculs j'ai adopté la valeur p reçue par Prof. *Müller* pour Potsdam (Photométrie der Gestirne 138).