

# ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN.

N<sup>o</sup> 1396.

## Bahn-Bestimmung des Cometen II. 1862, von Herrn Theodor Oppolzer.

Da die Beobachtungen von der südlichen Hemisphäre erst nach längerer Zeit zu erwarten sind, so schien es mir bei der verhältnissmässig kurzen Umlaufszeit dieses Cometen von Interesse, aus den europäischen Beobachtungen allein eine genaue Bahnbestimmung vorzunehmen, um so mehr als bei dem grossen geocentrischen Bogen die Bahn sich bereits so genau bestimmen lässt, dass die Elemente schwerlich noch eine erhebliche Aenderung erleiden werden.

Mit der aus nachstehenden Angaben

$$T = 1862 \text{ Aug. } 22,91542 \text{ mittl. Greenw. Zt.}$$

$$\log q = 9,983466$$

$$e = 0,961160$$

$$x = r [9,894730] \sin (v + 82^{\circ} 55' 20'' 8)$$

$$y = r [9,797643] \sin (v + 251 \text{ } 25 \text{ } 27,5)$$

$$z = r [9,997897] \sin (v + 168 \text{ } 27 \text{ } 14,3)$$

gerechneten Ephemeride verglich ich folgende 117 Beobachtungen:

		B—R	
Beob.-Ort	Greenw. Zt.	$d \alpha \cos \delta$	$d \delta$
1. Mailand	24,51 Juli	+0 <sup>s</sup> 16	— 0 <sup>h</sup> 3
2. Rom	25,45 :	— 0,20	+ 1,7
3. Rom (Merid.)	26,35 :	+0,20	+ 1,3
4. Rom (Merid.)	27,35 :	+0,52	— 1,2
5. Kopenhagen	27,48 :	+0,23	+ 6,4
6. Rom (M)	28,35 :	+0,16	+ 1,7
7. Kopenhagen	28,37 :	+0,46	+ 8,6
8. Florenz	28,44 :	+0,49	+ 6,1
9. Rom (M)	29,35 :	+0,45	+ 4,2
10. Kopenhagen	29,40 :	+0,13	+ 3,8
11. Rom (M)	30,35 :	+0,25	— 2,9
12. Florenz	30,37 :	+0,30	+ 5,8
13. Kopenhagen	30,38 :	— 0,05	— 1,6
14. Rom (M)	31,35 :	+0,28	+ 11,2
15. Berlin	31,37 :	+0,20	+ 7,4
16. Mailand	31,37 :	+0,48	+ 4,1
17. Leipzig	31,38 :	+0,30	+ 4,1
18. Leipzig	31,41 :	+0,75	+ 0,1
19. Florenz	31,43 :	+0,42	+ 7,7
20. Leyton	31,45 :	+0,41	+ 13,4
21. Leiden	31,48 :	+0,46	+ 6,2

I

		B—R	
Beob.-Ort	Greenw. Zt.	$d \alpha \cos \delta$	$d \delta$
22. Berlin (M)	3,34 August	+0 <sup>s</sup> 22	+ 6 <sup>h</sup> 0
23. Rom (M)	3,35 :	+0,34	+ 10,4
24. Berlin	3,52 :	+0,35	— 4,8
25. Rom (M)	4,35 :	+0,36	+ 4,9
26. Genf (M)	4,37 :	+0,16	+ 7,4
27. Wien (M)	5,34 :	+0,73	+ 7,0
28. Berlin (M)	5,35 :	— 0,05	+ 5,1
29. Rom (M)	5,35 :	+0,36	+ 10,5
30. Berlin	5,36 :	+0,16	+ 2,3
31. Genf (M)	5,37 :	+0,07	— 2,9
32. Leyton (M)	5,38 :	+0,56	— 2,2
33. Pulkowa (M)	6,31 :	+0,31	+ 8,8
34. Rom (M)	6,35 :	+0,36	+ 1,5
35. Genf (M)	6,37 :	+0,36	+ 3,3
36. Mailand	6,41 :	+0,35	— 2,0
37. Wien (M)	7,35 :	+0,27	+ 6,4
38. Rom (M)	7,36 :	+0,38	+ 0,5
39. Leyton	7,40 :	+0,72	+ 9,0
40. Berlin	8,36 August	+0 <sup>s</sup> 43	+ 4 <sup>h</sup> 9
41. Berlin (M)	8,36 :	+0,36	+ 1,9
42. Rom (M)	8,37 :	+0,48	— 0,8
43. Pulkowa (M)	9,32 :	+0,40	+ 8,6
44. Rom (M)	9,38 :	+0,48	+ 4,1
45. Genf (M)	9,39 :	+0,41	+ 2,3
46. Berlin	9,44 :	+0,63	+ 4,8
47. Pulkowa (M)	10,34 :	+0,47	+ 6,6
48. Rom (M)	10,39 :	+0,47	— 1,3
49. Berlin	10,48 :	+0,68	+ 4,5
50. Athen	13,30 August	+0 <sup>s</sup> 88	— 1 <sup>h</sup> 6
51. Pulkowa (M)	13,39 :	+0,73	+ 0,7
52. Pulkowa (M)	13,39 :	+0,73	+ 3,7
53. Genf (M)	13,46 :	+0,53	— 2,1
54. Leiden (M)	13,47 :	+0,64	+ 4,5
55. Athen	14,27 :	+0,18	— 4,4
56. Pulkowa (M)	14,42 :	+0,81	+ 2,2
57. Wien (M)	14,46 :	+0,44	— 2,6
58. Athen	15,27 :	+0,78	— 8,4
59. Pulkowa (M)	15,45 :	+0,77	— 2,0
60. Wien (M)	15,49 :	+0,51	— 2,4
61. Leiden (M)	15,53 :	+1,42	— 2,7

II

III

IV

Beob. - Ort	Greenw. Zt.	B—R	
		$d \propto \cos \delta$	$d\delta$
62. Athen	17,26 August	+0 <sup>h</sup> 72	— 8 <sup>m</sup> 2
63. Pulkowa (M)	17,52 „	+0,46	— 5,2
64. Athen	18,29 „	+0,45	— 9,1
65. Leyton	18,37 „	+0,03	—17,3
66. Genf (M)	18,61 „	+0,03	—11,3
67. Athen	20,27 „	+0,29	—13,1
68. Athen	21,29 „	+0,71	—17,8
69. Leiden	21,42 „	+0,33	—17,8
70. Athen	22,36 „	—0,25	— 7,0
71. Leiden	22,40 „	+0,16	—12,4
72. Leyton	22,52 „	—0,06	—15,9
73. Athen	23,27 „	+0,35	—14,9
74. Genf	23,41 „	—0,04	—11,3
75. Leyton	23,45 „	—0,23	—17,0
76. Leiden	23,48 „	+0,33	—14,5
77. Genf	24,41 „	+0,32	—17,0
78. Leyton	24,54 „	+0,36	—17,1
79. Leiden	24,60 „	+0,41	—12,8
V			
80. Athen	25,30 August	+0 <sup>h</sup> 32	—18,5
81. Genf	25,38 „	+0,09	—23,1
82. Leiden	25,44 „	+0,43	—12,6
83. Leyton	25,47 „	+0,11	—19,0
84. Athen	26,25 „	+0,47	—18,9
85. Genf	26,34 „	—0,15	—16,7
86. Leiden	26,59 „	+0,07	—21,2
87. Athen	27,29 „	+0,13	—22,5
88. Athen	28,28 „	—0,25	—19,7
89. Leiden	28,39 „	+0,25	—17,6
90. Athen	29,28 „	+0,97	—22,3
91. Leiden	29,47 „	+0,13	—16,2
92. Athen	30,31 „	+0,69	—27,5
93. Leiden	30,34 „	+0,66	—23,6
94. Athen	31,31 „	+0,27	—24,4
95. Genf	31,33 „	—0,26	—19,1
96. Leiden	31,33 „	+0,32	—13,6
97. Athen	1,28 Septemb.	+0,34	—21,3
98. Wien	1,32 „	+0,06	—15,7
99. Athen	2,24 „	+0,19	—24,0
100. Athen	3,27 „	+0,55	—16,8
101. Athen	4,23 „	—0,15	—18,7
102. Leiden	4,39 „	+0,39	—16,4
103. Athen	5,33 „	—0,14	—19,1
104. Athen	6,24 „	+0,69	—13,7
VI			
105. Athen	7,23 Septemb.	+0 <sup>h</sup> 43	—21 <sup>m</sup> 8
106. Athen	8,23 „	+0,19	—13,5
107. Genf	8,35 „	+0,23	—19,2
108. Athen	9,26 „	+0,31	—11,2
109. Genf	9,32 „	+0,02	—18,9
110. Athen	10,23 „	+0,22	—19,6
111. Athen	11,24 „	+0,27	—12,7
112. Athen	12,22 „	+0,28	—13,5
113. Athen	13,25 „	+0,63	—11,6
114. Athen	14,23 „	+0,16	— 7,4
115. Genf	14,30 „	—0,53	—24,4
116. Athen	16,25 „	+0,61	—15,9
117. Athen	17,25 „	+0,32	—16,3
VII			

Diese Beobachtungen vertheilte ich auf die ersichtlich gemachte Art in 7 Normalorte und bemerke zu diesen Vergleichen, dass der am 17<sup>ten</sup> Sept. in Athen benutzte Vergleichstern *h'* „Brisbane (5724)“ und „Lacaille (6833)“ ist, doch wurde nur die Position aus ersterem Kataloge benutzt und dadurch die vorstehend angegebene Differenz gefunden.

Die zahlreichen Athener Beobachtungen verdanke ich einer gütigen Mittheilung des Herrn Directors *Julius Schmidt*; Herr Dr. *E. Weiss* hatte die Gefälligkeit mir seine Meridianbeobachtungen zur Benutzung zu übergeben. Die Leidener Beobachtungen wurden mir von Herrn Director *Kaiser* freundlichst übersandt. Die übrigen Positionen sind den Astronom. Nachr. entlehnt.

Ich hielt es vor der Hand für überflüssig auf eine genaue Gewichtsbestimmung der Beobachtungen einzugehen oder etwa persönliche Differenzen, die bei diesem Cometen voraussichtlich sehr gering sein werden, zu berücksichtigen, da diese Rechnung als eine definitive noch nicht gelten soll.

Bei den Beobachtungen zwischen dem 25<sup>ten</sup> August bis 6<sup>ten</sup> September, welche ich zum VI<sup>ten</sup> Normalorte zusammenfassen wollte, zeigt es sich, dass der Ephemeridenfehler, besonders der in Decl., keinen linearen Gang befolge, sondern im Gegentheil etwa am 30<sup>ten</sup> August ein Maximum erreiche; ein Umstand, der darin seine Erklärung findet, dass der Comet an diesem Tage der Erde am nächsten stand, und in Folge dessen sich der Ephemeridenfehler am grössten projecirte. Hätte ich daher auf die gewöhnliche Weise bei der Bildung dieses Normalortes vorgehen wollen, so würde eine Trennung dieser Beobachtungen in zwei Gruppen nöthig gewesen sein. Um dies zu vermeiden, berücksichtigte ich den Einfluss der Distanzänderung dadurch, dass ich jede einzelne Differenz (B—R) mit der zugehörigen Distanz des Cometen von der Erde multiplicirte.

Führt man dieses aus, so erhält man folgende Zusammenstellung, bei welcher die in der mit *log Δ* überschriebenen Columnne stehenden Werthe, die für die betreffende Beobachtungszeit geltenden Distanzen sind:

Ort	Greenw. Zt.	$\Delta d \alpha \cos \delta$	$\Delta d \delta$	$\log \Delta$
80. Athen	25,30 Aug.	+0,121	-7,07	9,582
81. Genf	25,38 "	+0,034	-8,81	9,581
82. Leiden	25,44 "	+0,165	-4,78	9,579
83. Leyton	25,47 "	+0,042	-7,21	9,579
84. Athen	26,25 "	+0,173	-6,96	9,566
85. Genf	26,34 "	-0,055	-6,13	9,565
86. Leiden	26,59 "	+0,026	-7,71	9,561
87. Athen	27,29 "	+0,046	-8,02	9,551
88. Athen	28,28 "	-0,087	-6,86	9,542
89. Leiden	28,39 "	+0,087	-6,11	9,541
90. Athen	29,28 "	+0,333	-7,65	9,535
91. Leiden	29,47 "	+0,045	-5,55	9,535
92. Athen	30,31 "	+0,236	-9,39	9,534
93. Leiden	30,34 "	+0,197	-8,07	9,534
94. Athen	31,31 "	+0,093	-8,40	9,537
95. Genf	31,33 "	-0,090	-6,58	9,537
96. Leiden	31,33 "	+0,110	-4,68	9,537
97. Athen	1,28 Sept.	+0,121	-7,44	9,544
98. Wien	1,32 "	+0,021	-5,50	9,545
99. Athen	2,24 "	+0,068	-8,63	9,555
100. Athen	3,27 "	+0,204	-6,24	9,570
101. Athen	4,23 "	-0,058	-7,21	9,586
102. Leiden	4,39 "	+9,152	-6,38	9,590
103. Athen	5,33 "	-0,056	-7,76	9,607
104. Athen	6,24 "	+0,291	-5,78	9,625

VI

Das Mittel aus diesen Differenzen mit der zugehörigen Distanz dividirt, giebt folgende Correction der Ephemeride:

Aug. 30,0 Gr. Zt.  $d \alpha \cos \delta = +0,260$   $d \delta = -20,47$ .

Würde man einfach ohne Berücksichtigung der Distanzen das Mittel gezogen haben, so hätte man in Decl. einen Fehler von  $1''6$  begangen; in AR ist dieser Fehler begreiflicher Weise bei Weitem geringer.

Wenn ein Wendepunkt in den Distanzen eintritt ist dieses Verfahren meines Erachtens jenem vorzuziehen, nach welchem beim Ephemeridenfehler höhere Potenzen der Zeit berücksichtigt werden, da es von Beobachtungsfehlern unabhängiger ist, als letzteres; es dürfte insbesondere bei Asteroiden dann in Anwendung zu bringen sein, wenn man eine ganze Opposition zu einem Normalorte zusammenfassen will und die hierbei benutzte Ephemeride nicht unbedeutend abweicht.

Indem ich die anderen Normalorte auf die gewöhnliche Weise bildete und die erhaltenen Mittelwerthe wegen des geringen Ganges des Ephemeridenfehlers für den nächstliegenden Tagesanbruch gelten liess, bekam ich folgendes Tableau:

	Greenw. Zt.	$d \alpha \cos \delta$	$d \alpha$	$d \delta$
I.	1862 Juli 29	+0,305	+ 14''10	+ 4''19
II.	Aug. 5	+0,334	+ 20,46	+ 3,96
III.	" 10	+0,481	+ 39,57	+ 3,56
IV.	" 14	+0,702	+1'14,85	- 1,26
V.	" 22	+0,240	+ 10,66	-13,32
VI.	" 30	+0,260	+ 4,58	-20,47
VII.	Sept. 12	+0,241	+ 3,92	-15,85

Die Ephemeride selbst war durchaus 6-stellig gerechnet; um jedoch die Normalorte möglichst sicher zu erhalten, wurden für die Zeit derselben die Positionen mit 7-stelligen Logarithmen aus obigen Elementen abgeleitet; die nun erhaltenen Normalorte geben, in Länge und Breite verwandelt, bezogen auf das mittlere Aequinoctium 1862,0:

	Greenw. Zt.	mittl. $\lambda$	mittl. $\beta$
I.	1862 Juli 29	88° 17' 9''4	+48° 20' 8''6
II.	Aug. 5	91 55 24,9	+52 24 2,2
III.	" 10	96 29 26,4	+56 29 36,0
IV.	" 14	102 58 54,5	+60 49 30,1
V.	" 22	145 10 14,4	+70 54 54,9
VI.	" 30	221 18 16,8	+49 19 0,9
VII.	Sept. 12	244 49 27,9	- 1 34 30,4

Um nichts zu vernachlässigen, was auf die Elemente irgend einen Einfluss ausüben könnte, rechnete ich auch die Störungen die der Comet von der Erde, dem Jupiter u. Saturno erlitten hat, wobei ich den 25<sup>ten</sup> August als Osculationspunkt annahm. Die Summe dieser Störungen war sehr gering; sie betragen nämlich nach rechtwinkligen Coordinaten, in Bezug auf die Ekliptik zerlegt, in Einheiten der 7<sup>ten</sup> Decimale:

	$\xi$	$\eta$	$\zeta$
1862 Juli 26	+9,5	+1,6	-14,2
" 30	+7,3	+1,2	-11,3
Aug. 3	+5,4	+0,9	-8,6
" 7	+3,8	+0,6	-6,1
" 11	+2,4	+0,4	-4,0
" 15	+1,3	+0,3	-2,2
" 19	+0,5	+0,1	-0,9
" 23	+0,1	0,0	-0,1
" 27	+0,1	0,0	-0,1
" 31	+0,7	+0,4	-1,1
Sept. 4	+2,2	+1,6	-2,9
" 8	+4,3	+3,6	-5,1
" 12	+7,0	+6,4	-7,5

Mit diesen Angaben schlug ich zur Verbesserung der Elemente folgenden Weg ein, der mir nicht nur im Allgemeinen recht bequem zu sein scheint, sondern auch dann noch rasch zum Ziele führt, wenn die Excentricität des Cometen so beträchtlich von der Einheit abweicht, dass die

gewöhnlichen Methoden des Ueberganges von der Parabel zur Ellipse oder Hyperbel, mit Benutzung parabolischer Elemente, nicht mehr die gewünschte Sicherheit gewähren.

Ich machte 3 Hypothesen über die Abstände des Cometen von der Erde zur Zeit des ersten und letzten Normalortes.



die hiebei benutzte Constante des Sonnensystems ( $k$ ) ist die von *Gauss* in der *Theoria motus* gegebene.

Hätte man in der Formel ( $A$ ) gesetzt:  $\mu^3 = \cos 2 \alpha_0$ ,  $\mu^5 = \cos 2 \alpha_1$ , etc., so hätte man für:

$$u'' - u' < 180^\circ; \quad \frac{3kt}{2^{5/4}} = 2 \left\{ \delta \sin^2 \alpha_0 + \frac{3}{10\sqrt{2}} \delta^5 \sin^2 \alpha_1 + \dots \right\}$$

$$u'' - u' > 180^\circ; \quad \frac{3kt'}{2^{5/4}} = 2 \left\{ \delta \cos^2 \alpha_0 + \frac{3}{10\sqrt{2}} \delta^5 \cos^2 \alpha_1 + \dots \right\}$$

In diesen Formeln spricht sich ein nicht uninteressantes Wechselverhältniss zwischen den 2 Fällen aus.

Hat man nach einer der oben gegebenen Formeln sich  $a$  bestimmt, so erhält man die Periheldistanz und die wahre Anomalie des ersten Ortes aus:

$$\frac{\cos \frac{v}{2}}{\sqrt{q}} = \frac{\cos m}{\sqrt{r'}}$$

$$\frac{\sin \frac{v}{2}}{\sqrt{q}} = \frac{\cos m}{\lg \frac{1}{2}(u'' - u') \sqrt{r'}} - \frac{\cos n}{\sin \frac{1}{2}(u'' - u') \sqrt{r''}}$$

in welchen Formeln

$$\frac{r' - q}{2(a - q)} = \frac{\frac{r'}{q} - 1}{2\left(\frac{a}{q} - 1\right)} = \sin^2 m$$

$$\frac{r'' - q}{2(a - q)} = \frac{\frac{r''}{q} - 1}{2\left(\frac{a}{q} - 1\right)} = \sin^2 n$$

gesetzt ist, wobei man in den letzteren Gleichungen nur eine genäherte Periheldistanz einzuführen braucht. Diese letzten Ausdrücke sind der Hauptsache nach aus der Abhandlung des Herrn Dr. *Hornstein* „über die Bahn des 1. Cometen 1847“ entlehnt.

Nach Berechnung dieser Grössen ergeben sich die anderen Elemente aus irgend einer für nahe parabolische Bahnen

geltenden Methode. Die Perihelzeit übrigens kann man leicht aus der *Lambert'schen* Gleichung direkt finden, wenn man in ihr den einen Radius vector  $q$  und die Differenz der Argumente der Breite  $= v$  setzt.

Durch Anwendung dieses Verfahrens bei jeder der 3 Hypothesen gelangte ich schliesslich durch Interpolation zu folgendem wahrscheinlichsten Elementensysteme:

$$\begin{aligned} T' &= 1862 \text{ August } 22,912160 \text{ Greenw. Zt.} \\ \pi &= 290^\circ 12' 19''4 \\ \Omega &= 137 \ 26 \ 52,9 \\ i &= 113 \ 34 \ 27,4 \end{aligned} \left. \vphantom{\begin{aligned} T' \\ \pi \\ \Omega \\ i \end{aligned}} \right\} \text{Mittl. Aeq. 1862}$$

$$\begin{aligned} a &= 24,85573 \\ \log q &= 9,9834 \ 648 \\ e &= 0,9612 \ 708 \ (\varphi = 74^\circ 0' 6''9) \\ \text{Umlaufszeit} &= 123,92 \text{ Jahre.} \end{aligned}$$

Nach der gewöhnlichen Schreibweise der Elemente wäre der Comet retrograd, seine Neigung  $i = 66^\circ 25' 32''6$  und  $\pi = 344 \ 41 \ 26,4$

doch ziehe ich die *Gauss'sche* Zählweise vor, da dieselbe nicht nur logischer, sondern auch bequemer ist.

Diese Elemente stimmen, wie man sieht, sehr nahe mit denen überein, die ich in *N* 1384 der *Astr. Nachr.* veröffentlicht habe. Die Normalorte werden wie folgt, dargestellt:

B—R			
	Datum	$d \lambda \cos \beta$	$d \beta$
1	29 Juli	0''0	0''0
2	5 August	−0,1	−0,1
3	10 „	+0,9	+0,4
4	14 „	+3,0	+0,8
5	22 „	+2,0	−0,1
6	30 „	−0,4	+3,2
7	12 Sept.	0,0	−0,1

Bei der definitiven Rechnung beabsichtigte ich auch eine Zusammenstellung der äusserst interessanten physischen Erscheinungen dieses Cometen zu geben.

Wien, 1862 Novbr. 25.

*Theod. Oppolzer.*

Schreiben des Herrn Prof. *Respighi*, Directors der Sternwarte in Bologna, an den Herausgeber.

Nella mattina del 28 Novembre p.p. ho trovato nella costellazione della Vergine una nebulosità di aspetto cometario,\*) ma il crescente crepuscolo non mi permise che di determinarne approssimativamente la posizione senza poterne constatare il movimento. L'aspetto della nebulosità e la sua posizione me

\*) Es ist, wie die nachstehenden Positionen zeigen, derselbe Comet, den Herr Prof. *Bruhns* am 1<sup>sten</sup> Dec. entdeckt hat.

la fecero ritenere fisa d'allora pel una cometa, ma nei giorni posteriori il cattivo tempo non mi hanno permesso di rivederla altro che jeri mattina in cui verificai che essa era realmente una cometa. Nei giorni precedenti però ne aveva dato avviso a qualcuno, perchè procurasse se il tempo la avesse permesso di osservarla. Ecco le posizioni osservate nella cometa, delle quali la prima non è che approssimativa.