ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN.

N^o 2708-09.

Bestimmung der Bahn des Doppelsterns 61 Cygni.

Von C. F. W. Peters.

Von dem Doppelsternsystem 61 Cygni ist es bisher nicht gelungen, trotz der grossen Zahl der vorliegenden Beobachtungen, welche sich über einen Zeitraum von mehr als 130 Jahren erstrecken, und der in dieser Zeit erfolgten nicht unbedeutenden Richtungsänderung der Componenten, Bahnelemente von einiger Sicherheit abzuleiten. Der Grund davon liegt in der Eigenthümlichkeit, dass die bisher beobachtete scheinbare Bahn des Begleiters wenig von einer geraden Linie abweicht, und die beobachteten Richtungsänderungen sich ziemlich gut durch die Annahme erklären lassen, dass die Bewegung sehr nahe der Zeit proportional vor sich gegangen sei. Bis vor ungefähr 30 Jahren reichten die Beobachtungen überhaupt nicht zur Nachweisung einer merklichen Abweichung der Bahn von einer geraden Linie aus, wie W. Struve (Pos. med. pag. 221) gezeigt hat. Bessel hat zwar sehr viel früher (A. N. Nr. 366 pag. 94) einen beiläufigen Werth von 540 Jahren für die Umlaufzeit angegeben, dieser stützte sich aber nur auf die Wahrnehmung, dass der Positionswinkel sich im Mittel um 40 Minuten jährlich veränderte, es ist demnach ein Versuch zu einer Bahnbestimmung, zu welcher das damals vorliegende Material durchaus unzureichend war, nicht gemacht worden.

Erst während der letzten Jahrzehnte ist bemerkt worden, dass die fortgesetzten Beobachtungen der Distanzen des Sternpaares eine geringe Krümmung der Bahn andeuteten. Wilson hat im Jahre 1875 (Monthl. Not. Bd. 35) aus der Gesammtheit der Beobachtungen diejenige gerade Linie

ermittelt, welche sich den beobachteten Oertern am meisten anschloss. Er fand aus sämmtlichen Beobachtungen, welche sich über den Zeitraum der Jahre 1819 bis 1874 erstreckten, als Gleichung dieser geraden Linie den Werth:

$$y = +15.60 - 0.2255.x,$$

wo der Nullpunkt des rechtwinkligen Coordinatensystems mit dem Hauptstern, die Richtung der *X*-Axe mit dem durch diesen Stern gehenden Declinationskreise des Jahres 1870 zusammenfallend, und die Richtung der *Y*-Axe senkrecht darauf nach Osten gerichtet angenommen ist. Eine Vergleichung der Beobachtungen mit dem aus der genannten Gleichung hervorgehenden Werthe der Positionswinkel und Distanzen führten Wilson zu dem Schluss, der in folgenden Worten enthalten ist:

»The hypothesis of uniform rectilinear motion satisfies the observations of angle during the present century with sufficient accuracy, but it makes the distances a little less than the observed distances during the last 25 years. But this hypothesis fails to satisfy the observations of the last century with fair accuracy, the error increasing in earlier observations, and Struve's hypothesis fails equally to satisfy present observations.«

Dunér versuchte einige Jahre später die Beobachtungen durch Aufstellung der folgenden Gleichungen darzustellen, in welche er ein dem Quadrat der Zeit proportionales Glied einführte:

$$\begin{aligned}\varrho \sin p &= +15.09 + 0.0788(t - 1825.0) - 0.00062(t - 1825.0)^2 \\ \varrho \cos p &= +0.89 - 0.1858(t - 1825.0)\end{aligned}$$

Er bemerkte, dass die Abweichung von einer geraden Linie in der relativen Bewegung des Begleiters bereits deutlich hervorträte, dass aber die älteren und neueren Beobachtungen wohl durch keine Formel in Einklang zu bringen seien.

In Vol. IX der Observations de Poulkova hat O. Struve folgende Ausdrücke für die relative Bewegung mitgetheilt, welche die Dorpater und Pulkowaer Beobachtungen der Jahre 1830 bis 1874 darstellen:

$$\begin{aligned}\varrho \sin p &= +16.813 + 0.0487(t - 1850) - 0.00095(t - 1850)^2 \\ \varrho \cos p &= -3.766 - 0.1903(t - 1850) - 0.00010(t - 1850)^2.\end{aligned}$$

Ich möchte noch der Merkwürdigkeit wegen hervorheben, dass, obgleich eine gleichmässige scheinbare Bewegung in nahezu gerader Linie, wie sie die Gesammtheit der älteren und neueren Beobachtungen doch einigermaßen gut darstellt, sich durch die Annahme einer elliptischen oder kreisförmigen Bahn von allerdings beträchtlichen Dimen-

sionen unter allen Umständen erklären lässt, mehrfach die Bemerkung gemacht worden ist, dass die relative Bewegung des Begleiters mit der Annahme einer elliptischen Bahn in Widerspruch stände. So macht z. B. Powell in Vol. 32 der Mem. of the Royal Astr. Soc. die Bemerkung: »Surely the motion of the components cannot be of an orbital nature«,

und in dem bekannten Werke »A Handbook of Double Stars« von Crossley, Gledhill und Wilson ist S. 136 behauptet: »A little consideration will show that the orbit cannot be elliptical. Taking the earlier observations into account, the companion has described about 80° , and yet has scarcely deviated from a rectilinear path. It is almost certain that the relative path is of a hyperbolic nature.«

Den neuesten Versuch einer Bahnbestimmung des Begleiters von 61 Cygni, dessen Resultate in der Schrift: »Etudes sur le mouvement relatif des deux étoiles du système de 61 Cygni«, Mém. de l'Acad. Imp. de St. Pétersbourg, Tome 27, Nr. 11 veröffentlicht sind, hat O. Struve im Jahre 1880 ausgeführt. Er benutzte 55 Dorpater und Pulkowaer Beobachtungen der Jahre 1828 bis 1878, die auf das Sorgfältigste von systematischen Fehlern gereinigt waren, und bildete aus ihnen, indem er eine Formel ableitete, welche die Gesamtheit der Beobachtungen nahezu darstellte, drei Normalorte. Durch diese legte er einen Kreis, für dessen Mittelpunkt er folgende Coordinaten, vom Hauptsterne aus gerechnet, fand:

$$X = -15''.591$$

$$Y = -12.031$$

oder die Distanz zu $19''.694$, mit dem Positionswinkel $232^\circ 20'6''$. Der Halbmesser des Kreises fand sich zu $33''.445$.

Struve nahm nun an, dass dieser so gefundene Kreis die scheinbare Bahn des Begleiters vorstelle, und dass die Winkelgeschwindigkeit des Sterns in Bezug auf den Mittelpunkt des Kreises eine gleichförmige sei. Diese Annahme steht mit dem Gesetze der Constanz der Flächengeschwindigkeiten, die bekanntlich auch für die scheinbare Bahn stattfinden muss, im Widerspruch. Wenn man die daraus hervorgehende Formel für die Bewegung des Begleiters nur zur Darstellung verhältnissmässig nahe bei einander befindlicher Positionen benutzt, so lässt sich zwar gegen die Aufstellung einer solchen Hypothese wenig einwenden, indessen ist Struve wohl zu weit gegangen, wenn er aus der Vergleichung seiner Bahn mit entfernt liegenden Beobachtungen wie denjenigen des vorigen Jahrhunderts Schlüsse auf die grössere oder geringere Zuverlässigkeit dieser Beobachtungen zog, und unter Andern auch die Umlaufzeit des Begleiters unter der genannten Voraussetzung ableitete.

Ehe ich zu dem Versuche einer Bahnbestimmung schritt, reducirte ich sämtliche mir zugänglichen Beobachtungen auf eine gemeinsame Epoche (1850.0). Es zeigte sich sehr bald, dass eine Ableitung elliptischer Bahnelemente bei Anwendung der gewöhnlichen Methoden wegen der sehr geringen Krümmung der Bahn nicht möglich war, und ich suchte daher zunächst eine Kreisbahn, welche die Beobachtungen möglichst gut darstellte, und von der ich dann beabsichtigte, auf die elliptische Bahn überzugehen.

Zunächst wurden auf graphischem Wege genäherte Kreiselemente abgeleitet, mit welchen sämtliche Beobachtungen, welche nach dem Jahre 1818 angestellt waren, verglichen wurden. Es ergaben sich dann folgende fünf Normalorte:

	q	p
1836.53	15''.71	$94^\circ 20'$
46.28	16.84	100 18
55.18	17.49	105 45
67.04	18.65	111 49
75.00	19.50	115 32

Diese Positionen werden durch nachstehende Kreiselemente möglichst gut dargestellt:

Epoche: 1836.53

$$g = 98^\circ 16'$$

$$\mu = 14'.91$$

$$a = 45''.58$$

$$\Omega = -20^\circ 0'$$

$$i = 71 25$$

Die Abweichungen im Sinne R—B sind folgende:

	Δq	Δp
1836.53	+0''.09	+10'
46.28	-0.25	+19
55.18	-0.05	-3
67.04	+0.07	-7
75.00	+0.15	-16

Ehe nun zur Verringerung der übrigbleibenden Fehler durch die Annahme einer elliptischen Bewegung geschritten wurde, erschien es wünschenswerth zu untersuchen, welchen Einfluss die persönlichen Beobachtungsfehler auf die Bahnbestimmung haben könnten. Wie im Weiteren gezeigt werden wird, erreichen diese Fehler theilweise eine so bedeutende Höhe, dass in der That die Bahnelemente dadurch wesentlich beeinflusst werden können, und ich hielt es daher für richtig, eine Auswahl unter den Beobachtungen zu treffen, und die übrigen nur zur Vergleichung zu benutzen.

Es konnte nun kaum zweifelhaft sein, welche Beobachtungen sich zu einer Bahnbestimmung besonders eigneten. Die Dorpater und Pulkowaer Beobachtungsreihe erstreckt sich über einen Zeitraum von nicht weniger als 50 Jahren und ist besonders sorgfältig von constanten und systematischen Fehlern befreit worden. Einige andere Beobachtungsreihen, wie die von Bessel, Dawes und Dembowski hätten zwar auf Grund der von O. Struve ausgeführten Untersuchungen ebenfalls in Rechnung gezogen werden können, ich habe es indessen im Interesse einer grösseren Homogenität des Beobachtungsmaterials für richtiger gehalten, mich für die Bestimmung der Bahn nur der ausgedehnten Struve'schen Reihe von Messungen, deren Genauigkeit allgemein anerkannt und auch durch meine ferneren Rechnungen bestätigt ist, zu bedienen.

Die in den »Etudes sur le mouvement relatif des deux étoiles du système de 61 Cygni« mitgetheilte Reihe von Beobachtungen ist folgende:

I. Dorpater Beobachtungen, angestellt von W. Struve.

	q	$p(1850)$		q	$p(1850)$
1828.72	15''.47	$89^\circ 19'$	1831.73	15''.92	$91^\circ 1'$
31.62	15.66	91 1	31.77	15.82	91 14
31.69	15.77	91 6	32.77	15.95	91 59

ϱ	$p(1850)$	ϱ	$p(1850)$
1835.63	16°16' 93°42'	1836.54	16°23' 93°57'
35.65	16.08 93 39	36.56	16.11 94 27
35.65	16.10 93 43	36.68	16.12 94 27
35.65	15.98 93 35	37.63	16.09 95 9
35.66	15.96 94 5	37.75	16.07 95 36
35.67	16.06 93 50	37.75	15.85 95 27
36.49	16.22 94 33		

II. Pulkowaer Beobachtungen, angestellt von O. Struve.

ϱ	$p(1850)$	ϱ	$p(1850)$
1840.83	16°45' 97°16'	1860.86	18°07' 109°14'
44.85	16.81 100 41	61.68	18.39 108 51
44.91	16.78 99 29	66.72	18.75 111 34
46.71	16.92 100 47	68.76	18.86 112 52
47.82	17.13 100 53	68.77	18.94 112 29
47.86	17.22 101 5	69.90	18.68 112 53
49.80	17.19 102 18	74.73	19.53 115 42
50.81	17.33 102 54	74.75	19.33 115 54
51.76	17.38 103 24	76.70	19.60 116 13
51.77	17.43 103 18	76.74	19.89 116 37
51.91	17.40 104 36	76.76	19.91 115 55
52.66	17.42 104 43	76.77	19.70 116 13
52.67	17.62 104 37	76.80	19.81 115 25
53.71	17.57 105 1	76.81	19.88 116 31
54.78	17.60 105 37	77.61	19.75 116 37
56.74	18.04 106 26	77.62	20.04 117 13
57.67	18.00 106 38	78.64	20.02 117 19
59.86	18.19 108 32	78.65	19.76 117 49

Nach O. Struve's Vorgange habe ich die vorstehenden Beobachtungen in vier Gruppen eingetheilt, welche resp. die Jahre 1828-1837, 1840-1854, 1856-1869 und 1874-1878 umfassen. Es ergeben sich dann durch Vergleichung mit der obigen Kreisbahn folgende 4 Normalorte:

ϱ	p
1834.82	15°98' 93°17'
49.52	17.21 102 29
63.44	18.43 109 59
76.88	19.77 116 28

Um zu einem verbesserten System von Kreiselementen zu gelangen, schlug ich folgenden Weg ein:

Wenn die Neigung i der Bahnebene und der Positionswinkel des Ω gegeben sind, so ergeben die Beobachtungen durch Anwendung folgender Formeln:

$$\begin{aligned}\varrho \cos(p - \Omega) &= a \cos g \\ \varrho \sin(p - \Omega) \sec i &= a \sin g\end{aligned}$$

vier verschiedene Werthe für a , d. h. für den Halbmesser der wahren oder die halbe grosse Axe der scheinbaren Bahn, und ebenfalls vier Werthe für g . Diejenige Kreisbahn wird nun die wahrscheinlichste sein, bei welcher die grösste Uebereinstimmung zwischen den vier a und den Differenzen zwischen je zwei auf einander folgenden g , dividirt durch die Zwischenzeiten, stattfindet. Durch Variirung

von i und Ω fand ich auf diese Weise folgende Kreiselemente:

Epoche: 1834.82

$$g = 101^\circ 27' 5''$$

$$\mu = 20' 93''$$

$$\Omega = -20^\circ 57'$$

$$i = 63^\circ 10'$$

$$a = 33'' 07$$

Die Normalorte werden folgendermassen dargestellt:

Zeit	Ber. ϱ	R—B	Ber. p	R—B
1834.82	16°04'	+0°06'	93°14'	— 3'
49.52	17.14	—0.07	102 28	— 1
63.44	18.42	—0.01	110 4	+ 5
76.88	19.79	+0.02	116 26	— 2

Bei obigem Verfahren hatten sich zuletzt folgende vier Werthe für a ergeben:

$$a = 32'' 94$$

$$33.20$$

$$33.12$$

$$33.01$$

Dieses Verhältniss zwischen den vier gefundenen Grössen schien mit einiger Sicherheit zu zeigen, dass eine Verringerung der Differenzen zwischen Rechnung und Beobachtung sich durch die Annahme einer elliptischen Bahn erzielen lassen müsse, bei welcher das Aphel ungefähr auf die Mitte der Beobachtungszeiten fällt. Die Rechnung wurde mit folgenden Formeln fortgesetzt, unter Einführung verschiedener Excentricitäten und bei fortgesetzter Variirung von i und Ω . Die Grösse von $\pi - \Omega$ ergab sich dabei aus den Verhältnissen zwischen den Radien Vektoren.

$$\begin{aligned}\varrho \cos(p - \Omega) &= r \cos(\pi - \Omega + v) \\ \varrho \sin(p - \Omega) \sec i &= r \sin(\pi - \Omega + v) \\ \frac{\sqrt{r} \sin \frac{1}{2} v}{\sqrt{1+e}} &= \sqrt{a} \sin \frac{1}{2} E \\ \frac{\sqrt{r} \cos \frac{1}{2} v}{\sqrt{1-e}} &= \sqrt{a} \cos \frac{1}{2} E.\end{aligned}$$

Die Elemente wurden so bestimmt, dass eine möglichst grosse Uebereinstimmung zwischen den für a und μ gefundenen Werthen erreicht wurde. Es fand sich indessen, dass sich verschiedene Bahnelemente ergaben, je nachdem man mehr Gewicht auf eine grosse Uebereinstimmung zwischen den Positionswinkeln, oder eine solche zwischen den Distanzen legen wollte. Bekanntlich kann man, wenn zusammen acht Positionswinkel und Distanzen gegeben sind, die Elemente so bestimmen, dass sieben der Daten genau dargestellt werden; im Allgemeinen wird es sich indessen empfehlen, die Fehler auf sämtliche Distanzen und Positionswinkel, und zwar mit Berücksichtigung der relativen Genauigkeit derselben, zu vertheilen. Hier war eine solche Vertheilung nur dann möglich, wenn, bei Annahme einer ziemlich starken Excentricität, die Neigung der Bahn ähnlich

angenommen wurde wie bei der ersten Kreisbahn. Die nachstehenden elliptischen Elemente:

$$\begin{aligned} \text{Epoche: } 1834.82 \\ M_0 &= 188^\circ 12' \\ \pi - \Omega &= -85 \ 10 \\ \Omega &= -19 \ 57 \\ i &= 71 \ 25 \\ a &= 30''.42 \\ \varphi &= 32^\circ 15' \\ \mu &= 41''.325 \\ U &= 523 \text{ Jahre} \end{aligned}$$

ergeben folgende übrig bleibende Abweichungen im Sinne R—B:

Zeit	Ber. ρ	R—B	Ber. p	R—B
1834.82	16''.00	+0''.02	93° 16'	— 1'
49.52	17.14	—0.07	102 30	+ 1
63.44	18.43	0.00	110 4	+ 5
76.88	19.80	+0.03	116 25	— 3

also keine wesentlich bessere Uebereinstimmung als die zuletzt gefundene Kreisbahn. Es ist indessen zu bemerken, dass die drei letzten Distanzen, welche auf Beobachtungen beruhen, die von demselben Beobachter an demselben Instrumente angestellt sind, einen deutlichen Gang zeigen. Derselbe tritt noch mehr hervor, wenn man die Differenzen betrachtet, welche sich für die einzelnen Beobachtungstage ergeben. Wir haben nämlich:

Zeit	Ber. ρ	R—B	Ber. p	R—B
1828.72	15''.62	+0''.15	89° 3'	—16'
31.62	15.80	+0.14	91 4	+ 3
31.69	15.80	+0.03	91 7	+ 1
31.73	15.80	—0.12	91 9	+ 8
31.77	15.81	—0.01	91 10	— 4
32.77	15.87	—0.08	91 52	— 7
35.63	16.05	—0.11	93 48	+ 6
35.65	16.05	—0.03	93 49	+10
35.65	16.05	—0.05	93 49	+ 6
35.65	16.05	+0.07	93 49	+14
35.66	16.05	+0.09	93 49	—16
35.67	16.06	0.00	93 50	0
36.49	16.11	—0.11	94 21	—12
36.54	16.12	—0.11	94 25	+28
36.56	16.12	+0.01	94 25	— 2
36.68	16.13	+0.01	94 30	+ 3
37.63	16.19	+0.10	95 8	— 1
37.75	16.20	+0.13	95 13	—23
37.75	16.20	+0.35	95 13	—14
1840.83	16.43	—0.02	97 12	— 4
44.85	16.75	—0.06	99 43	—58
44.91	16.75	—0.03	99 46	+17
46.71	16.90	—0.02	100 51	+ 4
47.82	16.99	—0.14	101 31	+38
47.86	16.99	—0.23	101 32	+27
49.80	17.16	—0.03	102 40	+22

Zeit	Ber. ρ	R—B	Ber. p	R—B
1850.81	17''.25	—0''.08	103° 15'	+21'
51.76	17.34	—0.04	103 47	+23
51.77	17.34	—0.09	103 47	+29
51.91	17.35	—0.05	103 52	—44
52.66	17.41	—0.01	104 17	—26
52.67	17.41	—0.21	104 18	—19
53.71	17.50	—0.07	104 53	— 8
54.78	17.60	0.00	105 29	— 8
56.74	17.79	—0.25	106 35	+ 9
57.67	17.88	—0.12	107 5	+27
59.86	18.08	—0.11	108 14	—18
60.86	18.18	+0.11	108 45	—29
61.68	18.25	—0.14	109 10	+19
66.72	18.75	0.00	111 43	+ 9
68.76	18.96	+0.10	112 42	—10
68.77	18.96	+0.02	112 42	+13
69.90	19.08	+0.40	113 15	+22
74.73	19.57	+0.04	115 28	—14
74.75	19.57	+0.24	115 28	—26
76.70	19.78	+0.18	116 20	+ 7
76.74	19.78	—0.11	116 21	—16
76.76	19.79	—0.12	116 22	+27
76.77	19.79	+0.09	116 21	+ 9
76.80	19.79	—0.02	116 23	+58
76.81	19.79	—0.09	116 23	— 8
77.61	19.87	+0.12	116 43	+ 6
77.62	19.87	—0.17	116 44	—29
78.64	19.97	—0.05	117 9	—10
78.65	19.97	+0.21	117 9	—40

Der Umstand, dass in der zweiten Gruppe die Differenzen der berechneten und beobachteten Distanzen durchweg negativ sind, während in der ersten Gruppe, und namentlich gegen Ende derselben das positive Vorzeichen vorherrscht, macht es wahrscheinlich, dass die in Dorpat gemessenen Distanzen sich noch um eine constante Grösse von den in Pulkowa gemessenen unterscheiden, während in den Positionswinkeln eine ähnliche Differenz nicht hervortritt. Ich versuchte daher die Bahn soweit zu verändern, dass die Distanzen der drei letzten Gruppen und sämtliche Positionswinkel möglichst dargestellt wurden, während ich auf eine nahe Uebereinstimmung der Distanzen der ersten Gruppe weniger Gewicht legte. Ich bemerke hier gleich, dass, wenn man die Bahnelemente so bestimmt, dass die Distanzen der vier Normalorte genau dargestellt werden, die Positionswinkel Fehler von unzulässiger Grösse übrig lassen. Es fanden sich somit folgende Elemente:

$$\begin{aligned} \text{Epoche: } 1834.82 \\ M_0 &= 168^\circ 38'9 \\ \pi - \Omega &= -71 \ 42 \ 0 \\ \Omega &= -18 \ 56.5 \\ i &= 63 \ 55.0 \\ a &= 29''.48 \\ \mu &= 27''.60 \\ \varphi &= 10^\circ \ 0'0 \\ U &= 782.6 \text{ Jahre} \end{aligned}$$

und für die vier Normalorte:

Zeit	Rechn.—Beob.		
	d <i>q</i>	d <i>p</i>	<i>q</i> sin d <i>p</i>
1834.82	+0".17	0'	0".00
49.52	0.00	—2	—0.01
63.44	+0.02	+3	+0.02
76.88	0.00	—1	—0.01

Die Uebereinstimmung für die drei letzten Distanzen und fand sie folgendermassen:

$$\begin{aligned} 1) \quad \varrho &= 15".41 + 0".1694(t-1828.72) - 0".0107(t-1828.72)^2 \\ 2) \quad \varrho &= 16.40 + 0.1093(t-1840.83) - 0.0016(t-1840.83)^2 \end{aligned}$$

mit nachstehenden übrig bleibenden Fehlern:

R—B		R—B	
I	II	I	II
—0".06	—0".05	+0".11	+0".02
+0.16	0.00	+0.03	+0.05
+0.05	+0.04	—0.13	—0.15
—0.10	+0.07	—0.15	—0.02
+0.02	+0.06	—0.04	+0.02
—0.01	—0.13	—0.02	
—0.09	+0.07	—0.01	
—0.01	+0.01	—0.01	
—0.03	+0.02	+0.19	
+0.09	—0.03		

Für das Jahr 1839 ergibt die erste Formel $\varrho = 16".02$ und die zweite $\varrho = 16".19$; die Pulkowaer Beobachtungen weichen also genau um denselben Betrag von den Dorpatern ab, wie ihn die vorhergehende Bahnbestimmung ergeben hatte. Bringt man demnach die aus den letzten Gleichungen hervorgehende Correction an die in Dorpat gemessenen Distanzen an, so ergibt sich für alle vier Normalorte eine fast vollkommene Uebereinstimmung.

Zum Uebergang von der wahren auf die scheinbare Bahn kann man folgenden Weg einschlagen. Bezeichnet α die halbe grosse Axe und β die halbe kleine Axe der projecirten Ellipse, ferner P den Positionswinkel und R die Distanz des Mittelpunkts der projecirten Ellipse in Bezug auf den Hauptstern, so ist

$$\begin{aligned} -a \sin(\pi - \Omega) \cos i &= s \sin(P - \Omega) \\ -a \cos(\pi - \Omega) &= s \cos(P - \Omega) \\ s \sin \varphi &= R & a \cos \varphi &= b. \\ b^2 \sin^2 i \sin 2\Omega + R^2 \sin 2P &= (\alpha^2 - \beta^2) \sin 2Q \\ b^2 \sin^2 i \cos 2\Omega + R^2 \cos 2P &= (\alpha^2 - \beta^2) \cos 2Q \\ b^2(1 + \cos i^2) + R^2 &= \alpha^2 + \beta^2. \end{aligned}$$

Q bezeichnet den Winkel zwischen der Richtung der grossen Axe der scheinbaren Ellipse und der Nullrichtung des Coordinatensystems, s die Projection von a . Hier haben wir:

$$\begin{aligned} \alpha &= 29".08 \\ \beta &= 12.94 \\ Q &= -19^\circ 14' \\ P &= 108^\circ 0' \\ R &= 2".67 \end{aligned}$$

und die vier Positionswinkel ist eine durchaus befriedigende; es fragt sich nur, ob es in der That zulässig ist, eine constante Differenz zwischen den Dorpater und Pulkowaer Distanzen im Betrage von 0".17 anzunehmen. Um dies zu untersuchen, brachte ich die in Dorpat und die während der Jahre 1840–1854 in Pulkowa beobachteten Distanzen in je eine Gleichung von der Form

$$\varrho = \varrho_0 + a(t-t_0) + b(t-t_0)^2$$

und fand sie folgendermassen:

$$\begin{aligned} 1) \quad \varrho &= 15".41 + 0".1694(t-1828.72) - 0".0107(t-1828.72)^2 \\ 2) \quad \varrho &= 16.40 + 0.1093(t-1840.83) - 0.0016(t-1840.83)^2 \end{aligned}$$

Ein Minimum der Entfernung der Componenten hat im Jahre 1801.45 in $p = 68^\circ 56'$, $\varrho = 15".04$ stattgefunden; das nächste Maximum findet statt im Jahre 2030 in $p = 155^\circ 53'$, $\varrho = 30".8$; das darauf folgende Minimum im Jahre 2224 in $p = 252^\circ 29'$, $\varrho = 10".8$; und das zweite Maximum im Jahre 2390 in $p = 346^\circ 23'$, $\varrho = 27".6$.

Die Positionswinkel (für 1850) und Distanzen finden sich aus den Formeln:

$$\begin{aligned} \varrho \sin p &= [1.19105] \sin(E + 250^\circ 36' 2) + [0.40534] \\ \varrho \cos p &= [1.44378] \sin(E + 9^\circ 52' 0) - [9.91734]. \end{aligned}$$

Hiernach ist folgende Ephemeride berechnet:

	Sch. <i>p</i>	ϱ		Sch. <i>p</i>	ϱ
1885.0	119° 44'	20".60	1893.0	122° 49'	21".44
86.0	120 7	20.71	94.0	123 11	21.55
87.0	120 31	20.81	95.0	123 33	21.65
88.0	120 55	20.92	96.0	123 55	21.76
89.0	121 18	21.02	97.0	124 16	21.86
90.0	121 41	21.13	98.0	124 37	21.97
91.0	122 4	21.23	1899.0	124 58	22.07
92.0	122 26	21.34	1900.0	125 20	22.18

Es erübrigt noch, die Elemente mit den sonst vorhandenen Beobachtungen zu vergleichen. Die älteste Beobachtung ist diejenige, welche Bradley im Jahre 1753 angestellt hat, und welche in Fund. Astr. folgendermassen angegeben ist: $\Delta\alpha = +14".4$, $\Delta\delta = +16".0$. Daraus ergibt sich für 1753.8: $p = 35^\circ 30'$, $\varrho = 19".65$, übereinstimmend mit Bessel A. N. Nr. 366. J. Herschel in Mem. of the R. Astr. Soc. Vol. IV giebt $p = 35^\circ 24'$, $\varrho = 19".63$, es ist aber die Umrechnung in Polarcoordinaten mit der fehlerhaften Declination $37^\circ 54'$ anstatt mit $37^\circ 33'$ ausgeführt. Richtiger dürfte es sein, mit W. Struve Pos. med. anzunehmen: $\Delta\alpha = +14".4$ (2 Vergl.), $\Delta\delta = +15".7$ (1 Vergl.). Der obige Werth für $\Delta\delta(+16".0)$ ist nämlich die Differenz zwischen dem Mittel aus 4 Declinationen des Hauptsterns und einer des Begleiters, während eine directe Vergleichung beider Sterne vom 17. October 1753 $\Delta\delta = +15".7$ ergibt. Daraus erhalten wir für 1753.8:

$$p = 36^\circ 1', \varrho = 19".41,$$

während die Elemente ergeben:

$$\begin{array}{rcccl} p = 36^{\circ}6', & q = 17^{\circ}15', & & & \\ \text{oder:} & & & & \\ & \text{R-B} & & \text{R-B} & \\ \Delta\alpha = +12^{\circ}7' & -1^{\circ}7' & \Delta\delta = +13^{\circ}9' & -1^{\circ}8' & \end{array}$$

eine Uebereinstimmung, welche als völlig genügend bezeichnet werden kann, zumal wenn man bedenkt, dass die Bradley'sche Vergleichung während desselben Durchgangs der Sterne durch das Gesichtsfeld des Fernrohrs ausgeführt ist.

Die nächstfolgende Beobachtung ist von Chr. Mayer im Jahre 1778 angestellt. In der Schrift: »De novis in coelo sidereo phaenomenis« ist angegeben, dass $\Delta\alpha$ 6 mal und $\Delta\delta$ 5 mal beobachtet ist. Die einzelnen Beobachtungen sind nicht gegeben, sondern nur das Mittel $\Delta\alpha = +1^{\circ}$ und $\Delta\delta = +9^{\circ}6'$. Da, wie schon Bessel A. N. Nr. 366 S. 94 bemerkt, Chr. Mayer häufig kleinere Theile der Zeitsecunden nicht angab, sondern meist nur ganze oder halbe, so kann man der Rectascensionsdifferenz nur wenig Gewicht beilegen. Die Rechnung ergibt für 1778.6:

$$\begin{array}{rcccl} & \text{R-B} & & \text{R-B} & \\ \Delta\alpha = +15^{\circ}5' & +0^{\circ}5' & \Delta\delta = +9^{\circ}5' & -0^{\circ}1' & \end{array}$$

Im Jahre 1781 wurde von W. Herschel zuerst die Distanz und Richtung der Componenten gemessen. Es ergibt sich aus seinen Beobachtungen im Mittel für 1781.64: $p = 53^{\circ}49'$, $q = 16^{\circ}34'$, während aus den Elementen hervorgeht:

$$\begin{array}{rcccl} & \text{R-B} & & \text{R-B} & \\ p = 54^{\circ}34' & +45' & q = 15^{\circ}42' & -0^{\circ}92' & \end{array}$$

D'Agelet beobachtete am 15. Oct. 1784 den Rectascensions- und Declinations-Unterschied der Componenten folgendermassen:

$$\Delta\alpha = +24^{\circ}0', \quad \Delta\delta = +7^{\circ}6';$$

aus den Elementen folgt dagegen:

$$\begin{array}{rcccl} & \text{R-B} & & \text{R-B} & \\ \Delta\alpha = +16^{\circ}2' & -7^{\circ}8' & \Delta\delta = +8^{\circ}4' & +0^{\circ}8' & \end{array}$$

Die Rectascension weicht demnach stark ab, es ist aber zu bemerken, dass d'Agelet den Rectascensions-Unterschied aus Durchgängen der beiden Sterne durch dieselben Fäden ermittelte, und der kleine Unterschied in der Zeit der Fadenantritte die Beobachtung sehr erschweren musste.

Aus dem Jahre 1793 findet sich folgende Beobachtung von Lalande:

$$1793.6 \quad \Delta\alpha = +15^{\circ}0' \quad \Delta\delta = +9^{\circ}0'$$

Die Bechnung ergibt dagegen

$$\begin{array}{rcccl} & \text{R-B} & & \text{R-B} & \\ \Delta\alpha = +17^{\circ}0' & +2^{\circ}0' & \Delta\delta = +6^{\circ}8' & -2^{\circ}2' & \end{array}$$

Eine grössere Genauigkeit als die bisher genannten vereinzelt Vergleichen hat die nachstehende Beobachtung von Piazzi, da die Rectascensions-Differenz das Mittel aus 14, und die Declinations-Differenz das Mittel aus 9 Vergleichen ist:

$$1806.6: \Delta\alpha = +17^{\circ}445, \quad 1806.3: \Delta\delta = +5^{\circ}59$$

Die Reduction der Rectascensions-Differenz auf 1806.3 beträgt $-0^{\circ}017$, und wir haben also:

$$1806.3: \Delta\alpha = +17^{\circ}43, \quad \Delta\delta = +5^{\circ}59$$

Aus den Elementen folgt:

$$\begin{array}{rcccl} & \text{R-B} & & \text{R-B} & \\ \Delta\alpha = +18^{\circ}2' & +0^{\circ}8' & \Delta\delta = +4^{\circ}4' & -1^{\circ}2' & \end{array}$$

Im Jahre 1812 verglich Bessel die gegenseitige Lage der Componenten mit einem kleinen Helimeter von 16 Zoll Brennweite und 1 Zoll Oeffnung. Die angewandte Vergrösserung kann natürlich nur sehr klein gewesen sein, und die Beobachtung ist offenbar wenig sicher. Das Mittel aus 12 Beobachtungen ergab (M. Corr. XXVI):

$$1812.4: p = 78^{\circ}57', \quad q = 15^{\circ}92',$$

während aus den Elementen folgt:

$$\begin{array}{rcccl} & \text{R-B} & & \text{R-B} & \\ p = 77^{\circ}27' & -1^{\circ}30' & q = 15^{\circ}16' & -0^{\circ}76' & \end{array}$$

O. Struve citirt folgende Beobachtung von Harding aus demselben Jahre:

$$1812.7: \Delta\alpha = +18^{\circ}7, \quad \Delta\delta = +8^{\circ}5 \text{ (3 Beob.)}$$

Die Rechnung ergibt für dieselbe Zeit:

$$\begin{array}{rcccl} & \text{R-B} & & \text{R-B} & \\ \Delta\alpha = +18^{\circ}8' & +0^{\circ}1' & \Delta\delta = +3^{\circ}2' & -5^{\circ}3' & \end{array}$$

Eine sehr genaue Rectascensionsdifferenz ergibt sich für das Jahr 1813 aus dem Mittel aus 37 von Lindenau angestellten Beobachtungen:

$$1813.8: \Delta\alpha = +19^{\circ}6,$$

während aus den Elementen folgt:

$$\begin{array}{rcccl} & \text{R-B} & & & \\ \Delta\alpha = +18^{\circ}9' & -0^{\circ}7' & & & \end{array}$$

Ferner ist von O. Struve folgender Mittelwerth aus 10 von Encke beobachteten Rectascensions-Unterschieden gegeben:

$$1816.7: \Delta\alpha = +19^{\circ}7$$

Die Rechnung ergibt dagegen:

$$\begin{array}{rcccl} & \text{R-B} & & & \\ \Delta\alpha = +18^{\circ}9' & -0^{\circ}8' & & & \end{array}$$

Im Jahre 1819 beobachtete W. Struve 16 mal die Rectascensions-Differenz und 5 mal den Positionswinkel. Seine Beobachtungen ergeben:

$$1819.92: \Delta\alpha = +18^{\circ}83, \quad p = 82^{\circ}58'$$

Aus den Elementen folgt:

$$\begin{array}{rcccl} & \text{R-B} & & \text{R-B} & \\ \Delta\alpha = +19^{\circ}1' & +0^{\circ}3' & p = 83^{\circ}0' & +2' & \end{array}$$

Die nächstfolgende Beobachtung ist von Struve aus dem Jahre 1822; sie beruht auf je einer Vergleichung in Positionswinkel und Distanz.

$$1822.72: p = 85^{\circ}48', q = 15''10$$

Die Elemente ergeben:

$$\begin{array}{rcl} & R-B & R-B \\ p = 85^{\circ}0' & -48' & q = 15''50 + 0''40 \end{array}$$

In demselben Jahre wurde das Sternpaar von Herschel und South in folgender Weise beobachtet:

$$1822.90: p = 84^{\circ}41', q = 15''43$$

Aus der Rechnung folgt:

$$\begin{array}{rcl} & R-B & R-B \\ p = 85^{\circ}8' & +27' & q = 15''51 + 0''08 \end{array}$$

Endlich haben wir noch nachstehende vereinzelt Beobachtung von South:

$$1825.70: p = 86^{\circ}56', q = 15''44,$$

während die Elemente ergeben:

$$\begin{array}{rcl} & R-B & R-B \\ p = 87^{\circ}6' & +10' & q = 15''63 + 0''19 \end{array}$$

Im Folgenden sind die in späteren Jahren angestellten Beobachtungen nach den Beobachtern geordnet gegeben; die Positionswinkel sind sämtlich auf das Jahr 1850 reducirt.

1800+	Ber. p	Beob. p	R—B	Ber. q	Beob. q	R—B	Bb.
-------	----------	-----------	-----	----------	-----------	-----	-----

1) Beobachtungen von Bessel.

30.84	90° 35'	90° 15'	+ 20'	15" 91	15" 64	+ 0" 27	38
34.71	93 11	92 40	+ 31	16.13	16.04	+ 0.09	13
37.59	95 4	94 55	+ 9	16.32	16.09	+ 0.23	15
38.72	95 49	95 24	+ 25	16.39	16.24	+ 0.15	35

Mittel: $+21'5$ $+0''20$

2) Beobachtungen von Dawes.

30.66	90 28	90 14	+ 14	15.90	15.70	+ 0.20	2
33.80	92 35	92 23	+ 12	16.08	15.88	+ 0.20	1
34.62	93 8	93 15	— 7	16.13	16.12	+ 0.01	2
37.56	95 4	94 49	+ 15	16.32	16.20	+ 0.12	1.2
39.75	96 29	96 1	+ 28	16.46	16.58	— 0.12	2
40.73	97 6	97 12	— 6	16.54	16.41	+ 0.13	2
41.87	97 49	97 54	— 5	16.62	16.55	+ 0.07	1
43.76	98 59	98 52	+ 7	16.76	16.78	— 0.02	1
43.98	99 8	99 40	— 32	—	—	—	2.0
46.87	100 53	100 57	— 4	17.00	17.07	— 0.07	2
48.30	101 44	101 57	— 13	17.11	17.00	+ 0.11	2
50.88	103 14	103 52	— 38	17.33	17.04	+ 0.29	2
53.26	104 36	104 24	+ 12	17.52	17.25	+ 0.27	2

Mittel: $-2'9$ $+0''10$

3) Beobachtungen von Smyth.

32.65	91 49	92 13	— 24	16.01	15.40	+ 0.61	
34.76	93 13	93 7	+ 6	16.14	16.20	— 0.06	
35.59	93 46	93 32	+ 14	16.19	15.80	+ 0.39	
37.65	95 7	95 2	+ 5	16.31	16.30	+ 0.01	

1800+	Ber. p	Beob. p	R—B	Ber. q	Beob. q	R—B	Bb.
39.69	96° 26'	96° 15'	+ 11'	16" 46	16" 30	+ 0" 16	
48.07	101 36	99 47	+ 109	17.10	16.40	+ 0.70	
53.80	104 54	103 43	+ 71	17.57	17.00	+ 0.57	
Mittel:			+ 27'4			+ 0" 34	

4) Beobachtungen von Mädler.

35.54	93 44	94 5	— 21	16.19	15.59	+ 0.60	7.4
36.32	94 15	94 8	+ 7	16.24	15.80	+ 0.44	4.3
41.49	97 35	98 32	— 57	16.59	16.49	+ 0.10	5.1
42.62	98 17	99 2	— 45	16.67	16.86	— 0.19	4.1
43.64	98 55	99 31	— 36	16.75	16.51	+ 0.24	5
50.95	103 17	103 3	+ 14	17.34	16.80	+ 0.54	4
51.90	103 50	104 39	— 49	17.41	16.80	+ 0.61	10.9
52.89	104 23	104 31	— 8	17.49	16.97	+ 0.52	11.10
54.15	105 6	104 54	+ 12	17.60	17.40	+ 0.20	15
56.59	106 27	106 59	— 32	17.82	17.81	+ 0.01	5
58.26	107 21	106 54	+ 27	17.97	17.24	+ 0.73	7
59.88	108 13	108 17	— 4	18.12	17.37	+ 0.75	3
61.76	109 12	109 20	— 8	18.28	18.12	+ 0.16	8.7
62.84	109 45	109 57	— 12	18.38	18.38	0.00	5

Mittel: $-13'0$ $+0''37$

5) Beobachtungen von Dembowski.

I. Reihe.

54.73	105 25	105 36	— 11	17.65	17.29	+ 0.36	7
56.40	106 20	106 19	+ 1	17.81	17.42	+ 0.39	6
58.14	107 17	107 35	— 18	17.96	17.74	+ 0.22	7
Mittel:			— 9'8			+ 0" 32	

II. Reihe.

62.97	109 49	109 34	+ 15	18.39	18.37	+ 0.02	12
65.15	110 55	110 43	+ 12	18.60	18.55	+ 0.05	18
67.16	111 55	111 51	+ 4	18.79	18.73	+ 0.06	16
69.28	112 57	113 22	— 25	19.00	18.91	+ 0.09	13
71.07	113 48	114 12	— 24	19.18	19.20	— 0.02	14
73.05	114 43	114 42	+ 1	19.38	19.38	0.00	15
75.09	115 39	115 46	— 7	19.58	19.55	+ 0.03	13
77.17	116 34	116 33	+ 1	19.80	19.76	+ 0.04	13
Mittel:			— 2'3			+ 0" 03	

6) Beobachtungen von Jacob

45.85	—	—	—	16.92	16.02	+ 0.90	0.4
45.88	100 17	99 15	+ 62	—	—	—	9.0
46.69	100 47	99 44	+ 63	—	—	—	10.0
46.70	—	—	—	16.99	17.12	— 0.13	0.8
47.96	101 32	100 50	+ 42	17.09	16.81	+ 0.28	15.12
52.76	104 17	104 19	— 2	17.48	17.40	+ 0.08	2
53.89	104 57	104 45	+ 12	17.58	17.68	— 0.10	2
56.38	106 20	106 28	— 8	17.84	18.10	— 0.26	6
56.79	106 33	106 18	+ 15	17.84	17.66	+ 0.18	6
56.81	106 34	106 39	— 5	17.84	17.96	— 0.12	6
57.77	107 5	107 8	— 3	17.93	18.06	— 0.13	6
57.84	107 7	107 4	+ 3	17.94	17.87	+ 0.07	6

1800+	Ber. ρ	Beob. ρ	R—B	Ber. φ	Beob. φ	R—B	Bb.
57.86	107° 8'	107° 44'	— 36'	17° 94'	17° 98'	— 0"04	6
58.26	107 21	106 43	+ 38	17.99	17.90	+ 0.09	6
58.27	107 21	107 38	— 17	17.99	17.79	+ 0.20	6
58.27	107 21	107 59	— 38	17.99	17.95	+ 0.04	5.8
Mittel:			+ 17'2			+ 0"07	

7) Beobachtungen von Dunér.

67.89	112 16	112 8	+ 8	18.86	18.49	+ 0.37	4
68.82	112 43	112 22	+ 21	18.95	18.62	+ 0.33	6
69.89	113 14	113 6	+ 8	19.06	18.83	+ 0.23	8
70.90	113 43	113 38	+ 5	19.16	18.92	+ 0.24	2
73.87	115 6	115 12	— 6	19.46	19.41	+ 0.05	3
75.95	116 2	115 50	+ 12	19.67	19.39	+ 0.28	3
Mittel:			+ 9'6			+ 0"26	

8) Beobachtungen von Morton.

52.73	104 18	104 32	— 14	17.48	17.20	+ 0.28	10
52.80	104 20	104 1	+ 19	17.48	17.37	+ 0.11	10
54.81	105 28	105 32	— 4	17.66	17.41	+ 0.25	10
54.83	105 29	105 10	+ 19	17.66	17.55	+ 0.11	10
54.85	105 29	105 21	+ 8	17.67	17.39	+ 0.28	10
Mittel:			+ 5'6			+ 0"21	

9) Beobachtungen von Main.

62.01	109 19	108 47	+ 32	18.30	17.83	+ 0.47	4
65.56	111 7	110 33	+ 34	18.64	18.64	0.00	4
68.60	112 37	112 26	+ 11	18.93	18.70	+ 0.23	3
69.58	113 5	112 25	+ 40	19.03	18.65	+ 0.38	2
70.49	113 31	112 28	+ 63	19.12	19.28	— 0.16	2
72.78	114 35	114 16	+ 19	19.35	19.77	— 0.42	1
75.51	115 50	115 15	+ 35	19.63	19.55	+ 0.08	18
Mittel:			+ 33'9			+ 0"12	

10) Beobachtungen von Powell.

53.68	—	—	—	17.56	17.77	— 0.21	0.8
53.69	104 50	104 42	+ 8	—	—	—	30.0
55.00	105 34	105 34	0	—	—	—	30.0
55.86	106 3	106 36	— 33	—	—	—	40.0
55.93	—	—	—	17.76	17.88	— 0.12	0.18
59.80	108 10	108 15	— 5	18.11	18.20	— 0.09	14.16
61.00	108 48	109 3	— 15	18.22	18.10	+ 0.12	30.40
Mittel:			— 11'1			— 0"01	

11) Beobachtungen von Knott.

66.71	111 42	111 57	— 15	18.74	18.76	— 0.02	5.6
66.73	111 42	111 36	+ 6	18.74	18.76	— 0.02	5.6
71.60	114 2	113 57	+ 5	19.23	18.87	+ 0.36	4

1800+	Ber. ρ	Beob. ρ	R—B	Ber. φ	Beob. φ	R—B	Bb.
71.61	114° 3'	113° 23'	+ 40'	19° 23'	19° 70'	— 0"47	6.4
71.61	114 3	113 24	+ 39	19.23	18.94	+ 0.29	4
73.00	114 42	114 43	— 1	19.37	19.67	— 0.30	6
73.01	114 42	114 26	+ 16	19.37	19.52	— 0.15	6.4
Mittel:			+ 12'8			— 0"06	

12) Beobachtungen von Talmage.

65.75	111 13	109 46	+ 87	—	—	—	5.0
65.76	111 13	111 26	— 13	18.66	18.76	— 0.10	6
66.74	111 42	112 53	— 71	18.74	18.84	— 0.10	6
72.72	114 34	113 44	+ 50	19.34	18.93	+ 0.41	5
73.71	115 1	113 42	+ 79	19.44	18.69	+ 0.75	5
75.34	115 45	117 30	— 105	—	—	—	6.0
75.38	115 47	116 13	— 26	19.61	19.43	+ 0.18	6.10
75.59	115 52	116 4	— 12	19.63	20.04	— 0.41	7
75.81	115 58	116 5	— 7	—	—	—	6.0
Mittel:			— 6'5			+ 0"09	

13) Beobachtungen von Gledhill.

70.20	113 23	113 54	— 31	19.09	19.12	— 0.03	6.7
70.63	113 35	114 0	— 25	19.13	19.38	— 0.25	6
70.80	113 40	114 6	— 26	19.15	19.00	+ 0.15	6.5
71.32	113 55	114 12	— 17	19.20	19.18	+ 0.02	6.5
71.73	114 6	114 6	0	19.24	19.32	— 0.08	6
73.68	115 0	116 13	— 73	—	—	—	4.0
73.70	115 1	115 7	— 6	19.44	19.50	— 0.06	4.3
73.73	115 2	114 1	+ 61	19.44	19.20	+ 0.24	6.4
73.81	115 4	116 1	— 57	—	—	—	3.0
74.91	115 34	115 20	+ 14	19.56	19.46	+ 0.10	10.8
74.91	115 34	115 44	— 10	19.56	19.60	— 0.04	8
Mittel:			— 10'1			0"00	

14) Beobachtungen von Wilson und Seabroke.

71.59	114 2	113 12	+ 50	19.23	19.10	+ 0.13	5
72.65	114 32	115 43	— 71	19.33	19.00	+ 0.33	6.2
72.72	114 34	114 19	+ 15	—	—	—	4.0
72.73	114 34	114 31	+ 3	—	—	—	4.0
72.74	114 34	114 37	— 3	—	—	—	5.0
72.75	114 35	114 49	— 14	19.35	18.70	+ 0.65	4.2
75.79	115 58	117 8	— 70	19.66	19.40	+ 0.26	7.1
76.59	116 19	116 2	+ 17	19.74	19.59	+ 0.15	6.3
76.60	116 19	116 20	— 1	19.74	19.68	+ 0.06	10.4
76.61	116 19	115 56	+ 23	19.74	19.96	— 0.22	8.3
76.61	116 19	116 44	— 25	19.74	19.66	+ 0.08	4.3
76.62	116 20	116 20	0	19.74	19.72	+ 0.02	5
Mittel:			— 7'2			+ 0"12	

15) Sonstige vereinzelte Beobachtungen.

Zeit	Beobachter	Ber. ρ	Beob. ρ	R—B	Ber. φ	Beob. φ	R—B
1829.41	J. Herschel	—	—	—	15° 82'	15° 45'	+ 0"37
29.70	»	89° 48'	90° 3'	— 15'	—	—	—
37.63	Encke	95 6	95 8	— 2	16.32	16.27	+ 0.05
37.71	Galle	95 9	95 20	— 11	16.32	15.91	+ 0.41
40.05	Kaiser	96 40	97 3	— 23	16.48	16.01	+ 0.47

Zeit	Beobachter	Ber. p	Beob. p	R—B	Ber. q	Beob. q	R—B
1842.84	Schlüter	98° 25'	98° 28'	— 3'	16° 69'	16° 51'	+0° 18'
50.90	Fletcher	103 15	102 52	+ 23	17.33	16.96	+0.37
52.72	»	104 18	103 53	+ 25	17.48	17.20	+0.28
52.93	Miller	104 25	103 55	+ 30	17.49	17.17	+0.32
53.85	C.A.F. Peters	104 56	104 41	+ 15	17.58	17.24	+0.34
55.54	Secchi	105 52	105 38	+ 14	17.73	17.51	+0.22
56.12	E. Luther	106 11	108 12	— 121	17.78	17.07	+0.71
56.63	Secchi	106 28	105 14	+ 74	17.82	17.89	—0.07
56.67	Fletcher	106 29	107 35	— 66	17.83	17.77	+0.06
60.84	Secchi	108 43	111 51	— 188	18.20	18.81	—0.61
61.34	Auwers	108 59	109 9	— 10	18.25	18.09	+0.16
62.91	Romberg	109 47	109 56	— 9	18.38	18.32	+0.06
62.94	»	109 48	109 1	+ 47	18.38	18.18	+0.20
62.94	»	109 48	109 22	+ 26	18.38	18.20	+0.18
72.74	Worthington	114 34	114 7	+ 27	—	—	—
73.72	Houghton	115 1	114 49	+ 12	—	—	—
76.70	Jedrzejewicz	116 22	116 8	+ 14	19.75	19.63	+0.12
76.75	Plummer	116 23	116 30	— 7	19.76	20.03	—0.27
77.77	»	116 50	116 27	+ 23	19.86	19.78	+0.08
77.79	Flammarion	116 51	116 20	+ 31	19.86	19.76	+0.10
78.60	Doberck	117 12	116 51	+ 21	19.94	19.52	+0.42
78.73	Goldney	117 16	116 51	+ 25	19.95	20.02	—0.07
79.71	Hall	117 41	117 50	— 9	19.99	19.98	+0.01
80.24	Franz	117 55	117 50	+ 5	20.10	19.74	+0.36
80.96	Jedrzejewicz	118 13	118 16	— 3	20.10	20.16	+0.03
81.94	»	118 38	118 36	+ 2	20.28	20.29	—0.01
83.64	Perrotin	119 20	119 8	+ 12	20.45	20.40	+0.05

Bezüglich der in Vorstehendem angegebenen Differenzen zwischen den beobachteten und berechneten Werthen der Positionswinkel und Distanzen ist zu bemerken, dass O. Struve die Distanzen grösser gemessen hat als fast die Gesamtzahl der übrigen Beobachter, und dass auch in der Messung des Positionswinkels constante Differenzen gegen die übrigen Beobachter von zum Theil erheblichem Betrage stattfinden. Die Umsicht, mit welcher die O. Struve'schen Messungen auf Grund der Beobachtung künstlicher Doppelsterne verbessert worden sind, giebt indessen eine Garantie dafür, dass sich in ihnen systematische Fehler irgend einer Art nicht mehr befinden. Ueber die abweichenden Messungen anderer Beobachter ist Folgendes zu erwähnen.

Zunächst erscheint die oben gefundene Differenz zwischen den von W. und O. Struve gemachten Distanzmessungen der Componenten des Doppelsternsystems ziemlich auffallend. In der Einleitung zu Vol. IX der Observations de Poulkova ist eingehend über die Methode berichtet, welche angewandt wurde, um die constante Differenz zwischen beiden Beobachtern zu ermitteln. Soweit die W. Struve'schen Messungen hier in Betracht kommen, sind sie in zwei Gruppen getheilt, in solche vor dem Jahre 1834 und solche nach demselben Jahre. Die ersteren sind mit $\Sigma 1831$ und die zweiten mit $\Sigma 1836$ bezeichnet, und es findet sich aus einer grösseren Zahl von Sternen, die während beider Epochen beobachtet wurden, für eine Distanz von 15"7 durch Interpolation:

84.113.

$$\Sigma 1836 - \Sigma 1831 = +0^{\circ}064$$

In derselben Weise ergibt sich die Differenz zwischen W. Struve (1831) und O. Struve folgendermassen:

$$\Sigma 1831 - O\Sigma = -0^{\circ}154.$$

sodass sich als Reduction von Σ auf $O\Sigma$ findet:

$$O\Sigma = \Sigma 1831 + 0^{\circ}154$$

$$O\Sigma = \Sigma 1836 + 0.090$$

Diese Correctionen sind an die oben angegebenen Dorpater Beobachtungen bereits angebracht, doch zeigte sowohl die Bahnbestimmung als auch die selbständige Ausgleichung der Messungsreihen von 1828 bis 1837 und 1840 bis 1854, dass die Reductionen um nahezu 0"17 vergrössert werden müssen. Wir erhalten also:

$$O\Sigma = \Sigma 1831 + 0^{\circ}32$$

$$O\Sigma = \Sigma 1836 + 0.26$$

Eine Erklärung dieser beträchtlichen Differenz würde in der Annahme zu finden sein, dass die Messungsergebnisse nicht nur von der Distanz, sondern auch von andern Umständen, z. B. der absoluten und relativen Helligkeit der Componenten eines Sternpaares abhängen, und dass also nicht ohne Weiteres von persönlichen Differenzen, die in den Messungen eines Doppelsterns gefunden werden, auf den Betrag solcher persönlichen Differenzen für andere Doppelsterne, selbst bei gleicher Distanz der Componenten, geschlossen werden kann.

Von Bessel und W. Struve wurden ungefähr um das Jahr 1830 37 Doppelsterne vielfach beobachtet, um die Differenz in der persönlichen Auffassung zu bestimmen. Unter diesen Sternen befand sich auch 61 Cygni, und es ergibt sich aus den Vergleichen dieses Doppelsterns die Differenz Bessel — Σ 1831:

$$\Delta p = -18.9, \quad \Delta q = +0.036$$

Oben ist gefunden für die Distanzmessungen:

$$O\Sigma = \Sigma 1831 + 0.32,$$

während Differenzen in den von W. Struve und O. Struve gemessenen Positionswinkeln nicht hervortreten. Folglich erhalten wir

$$O\Sigma - \text{Bessel: } \begin{array}{cc} \Delta q & \Delta p \\ +0.28 & +18.9, \end{array}$$

während sich in guter Uebereinstimmung hiermit aus der Gesamtheit der Bessel'schen und Struve'schen Beobachtungen ergab:

$$O\Sigma - \text{Bessel: } \begin{array}{cc} \Delta q & \Delta p \\ +0.20 & +21.5 \end{array}$$

In den Distanzmessungen von Mädler zeigt sich eine ganz bedeutende im Laufe der Jahre schwankende Differenz der Auffassungen im Betrage von nahezu 0.8. Während der Zeit von 1835 bis 1862 ist dreimal das Maximum und dreimal das Minimum der Messung erreicht worden, bei meistentheils ziemlich regelmässigen Uebergängen. Auch bei anderen Beobachtern scheinen ähnliche wechselnde Unterschiede in der Auffassung stattgefunden zu haben.

Kiel 1885 Dec. 8.

Ueber die Dembowski'schen Messungen ist zu bemerken, dass die erste Reihe mit einem 5zölligen Dyalten von Plössl und die zweite mit einem 7 1/2 zölligen Refractor von Merz ausgeführt ist. Mit dem erstgenannten Instrument konnten Positionswinkel gar nicht direct beobachtet werden, sie sind vielmehr durch ein künstliches Beobachtungssystem allein durch Distanzmessungen ermittelt (s. A. N. Nr. 999). Durch O. Struve's Untersuchungen ist festgestellt, dass an die Distanzmessungen der ersten Reihe eine positive Correction von 0.3 anzubringen ist, um sie mit seinen eigenen Messungen gleichartig zu machen, und hiermit ist das oben gefundene Resultat ($R-B = +0.32$) sehr nahe in Uebereinstimmung.

Bei dem Doppelsternsystem 61 Cygni ist es möglich, nachdem die Bahn ermittelt ist, auf Grund der bisher ausgeführten Parallaxen-Bestimmungen einen genäherten Werth für die Summe der Massen der Componenten anzugeben. Dieselbe ergibt sich für die Parallaxe

$$\pi = 0.37 \text{ zu } 0.826$$

$$\pi = 0.54 \text{ zu } 0.266$$

also im Mittel etwa zu der Hälfte der Sonnenmasse, während die mittlere Entfernung beider Sterne diejenige der Erde von der Sonne etwa 70 mal, und die des Neptun von der Sonne etwa 2 1/3 mal übertrifft. Ueber die Vertheilung der Masse auf die beiden Componenten kann noch keine Vermuthung aufgestellt werden, da jeder Punkt ihrer Verbindungslinie sich äusserst nahe im grössten Kreise fortbewegt hat. Erst im Verlaufe des nächsten Jahrhunderts, wenn der Begleiter sich in einem stärker gekrümmten Theile seiner scheinbaren Bahn befindet, wird es möglich sein, die Lage des Schwerpunktes des Systems mit einiger Sicherheit zu ermitteln.

C. F. W. Peters.

Occultations of the Hyades, observed at Williamstown, Mass., 1885 Sept. 28.

Through the courtesy of Prof. T. H. Safford, Director of the Observatory of Williams College, who kindly placed at my disposal the instruments of the observatory, I was enabled to observe the occultations of α Tauri and other stars of the Hyades group. A working list was first prepared by plotting the apparent places of the moon for every hour, and the places of the stars in the neighborhood of the moon's path, and then deducing from the relative places of the moon and the stars the approximate time of immersion and emersion, and the position angles for each phase.

The observations were made at the old, or Hopkins, Observatory, with the Clark equatorial of 7 1/2 inches aperture. The immersions were observed with a power of 120 and the emersions with a power of 77.

The time was determined by Prof. Safford at the Field Memorial Observatory, using the Wanschaff transit and the sidereal clock. The clock correction was reduced to the meridian of the Hopkins Observatory which is 1.52 East of the Field Observatory.

The times of the occultations were noted by a mean-time chronometer, beating half seconds which was compared with the sidereal clock before and after the observations.

The seeing during the progress of these observations was unusually fine. There was no perceptible boiling at the bright limb of the moon, and, so far as I could judge, the phenomena of disappearance and reappearance were absolutely instantaneous.

The following are the observations, the immersions taking place at the bright limb.

Star	Phase	Williamst. m. T.
DM. +15°621	Emersion	9 ^h 54 ^m 47. ^s 0
θ^1 Tauri	Immersion	10 13 51.7
θ^2 Tauri	"	10 21 8.3
θ^2 Tauri	Emersion	11 1 56.3
θ^1 Tauri	"	11 8 40.0
DM. +15°633	"	11 25 57.8
B. A. C. 1391	"	12 12 10.7
DM. +15°640	"	12 17 10.9
α Tauri	Immersion	13 57 13.0
α Tauri	Emersion	15 15 5.4

Hoosac Falls, N. Y., 1885 Oct. 5.

John Tatlock, jr.