ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN.

№ 1210—1212.

Bestimmung der Parallaxe des Doppelsterns 70 *p* Ophiuchi, von Dr. A. Krüger.

1.

Im Sommer des Jahres 1858, als durch Herrn Dr. Winnecke's Abreise von hier das Heliometer der hiesigen Sternwarte seinen bisherigen Beobachter verloren hatte, begann ich dasselbe zu einer Beobachtungsreihe über die Parallaxe des bekannten Doppelsterns *p* Ophiuchi anzuwenden. Wenngleich ich die Beobachtungen noch nicht als abgeschlossen betrachte, sondern weiter fortzuführen gedenke, so will ich doch das Resultat meiner kürzlich darüber ausgeführten Rechnungen nicht zurückhalten, zumal da die Vereinigung späterer Beobachtungen mit dem Resultate der bisherigen bei einmal gebahntem Wege nur wenig Umstände verursachen wird.

Es waren besonders zwei Gründe, die mich bestimmten, *p* Ophiuchi zum Gegenstande einer Untersuchung über Parallaxe zu wählen. Erstlich bietet dieser Stern wegen seiner bedeutenden eigenen Bewegung von 1" und seiner verhältnissmässig kurzen Umlaufszeit bei einer grossen Axe von beinahe 5" beträchtliche Wahrscheinlichkeit einer messbaren Parallaxe dar, und es ist deshalb schon öfters auf ihn aufmerksam gemacht worden. Mit dem Auffinden einer Parallaxe war dann zugleich eine neue Bestimmung einer Masse ausserhalb des Sonnensystems geliefert. Der zweite Grund, der für diesen Stern sprach, und der gewiss ebenso wichtig war, bestand darin, dass sich zwei günstig gelegene Vergleichsterne darbieten, die eine derartige Anordnung der Beobachtungen erlaubten, dass das Resultat für die Parallaxe von den, den gemessenen Entfernungen proportionalen, Fehlern frei wurde. Der erste Vergleichstern *a*, 89^m, geht *p* Ophiuchi 2' in Zeit 1' 2" südlich voraus; der zweite, *b* 7^m, folgt 2', 4' 1" südlich. Die Summe der Entfernungen der beiden Sterne beträgt also einen Grad, die Differenz nur eine halbe Bogenminute; die Positionswinkel sind, von *p* Ophiuchi aus gezählt, für *a* 267° 39', für *b* 98° 2', ihr Unterschied 169° 37' ist demnach nicht viel von 180° verschieden. Es ist freilich nicht zu läugnen, dass die beträchtliche Helligkeit des zweiten Sterns, der 7ter Grösse ist, die Sicherheit der absoluten Parallaxe wesentlich beeinträchtigt, so vortheilhaft sie auch für die Genauigkeit der Einstellungen ist, indess blieb mir keine Wahl übrig. Ausser dem Resultate für die Parallaxe hoffte ich von den anzustellenden Beobachtungen einen bedeutenden Beitrag für die Kenntniss des Temperatureinflusses auf den

Werth einer Schraubenumdrehung zu gewinnen, indess hat sich diese Hoffnung bis jetzt noch nicht erfüllt, da ich zwar bei hohen Temperaturen viele gute Beobachtungen erlangen konnte, indess bei der auffallenden Milde des letzten Winters nur sehr wenige bei niedrigen Temperaturgraden.

2.

Ich werde nun zunächst die angewandte Methode der Beobachtung deutlich auseinander zu setzen mich bemühen. Da die Entfernung des Begleiters von *p* Ophiuchi, den ich zur Abkürzung mit *p*" bezeichnen will, von dem Hauptsterne gegenwärtig 6^u5 beträgt bei einem Positionswinkel von 109°, so liess sich die Methode, die *Bessel* bei den Beobachtungen von 61 Cygni befolgte, nämlich den Vergleichstern in die Mitte zwischen die beiden Componenten einzustellen, nicht gut anwenden, indem das Licht der Vergleichsterne gegen das viel hellere der beiden Componenten von *p* Ophiuchi (4.5^m und 6^m) zu sehr geschwächt wurde. Ausserdem glaubte ich auch befürchten zu müssen, dass bei der sehr ungleichen Helligkeit von *p*' und *p*" die Halbierung der Verbindungslinie derselben nicht in allen Lagen gegen den Horizont gleich geschätzt und somit ein von den Jahreszeiten abhängiger Fehler in die Messungen eingeführt werden könnte. Ich habe deshalb die andere Methode, die Einstellung unter fortwährendem Auf- und Abbewegen, durch Drehung des Positionswinkels zu bewerkstelligen, vorgezogen, die auch eine vorzüglich scharfe Beobachtung erlaubt. Um die periodischen Ungleichheiten der messenden Schraube II. möglichst zu eliminiren, wurde die Hälfte I. während der Beobachtung jedes Vergleichsterns successive auf 60.0, 60.2, 60.4, 60.6, 60.8 gebracht, das Mittel, 60.4, entspricht sehr nahe dem Mittelpunkt der Drehung des Positionswinkels. Da es vor Allem darauf ankam, die Differenzen der Distanzen der Sterne *a* und *b* möglichst sicher und frei von störenden Einflüssen während des Laufes der Beobachtungen zu messen, so wurde, nachdem die fünf Einstellungen eines Sterns in der einen Lage der Hälfte II., z. B. *a* bei 26^a, gemacht worden, die Hälfte II. nicht gleich auf die andere Seite, nach 94^a, gebracht, sondern zuerst der andere Stern, *b*, ebenfalls bei 26^a beobachtet, alsdann die Objectivhälfte II. nach 94^a geführt, hier erst wieder *b* und zum Schluss *a* eingestellt. Die

Folge dieser Anordnung ist, dass, wenn eine continuirliche Aenderung des Werthes der messenden Schraube während der Beobachtungen Statt findet, dennoch das Mittel der Einstellungen auf beiden Seiten davon frei wird, sowohl für die Summe, als für die Differenz der Distanzen. Der Zeitgewinn, der dadurch erzielt wird, dass man nur einmal während der ganzen Dauer der Beobachtung die Fortbewegung der Hälfte II. um 68 Umdrehungen nöthig hat, die ungefähr 6 Minuten erfordert, ist auch nicht unwesentlich, da es gewiss von Vortheil ist die Beobachtung so zu beschleunigen, dass man den während derselben im Zustande der messenden Theile des Apparates vorgehenden Aenderungen einen möglichst geringen Einfluss einräumt. Auch das empfiehlt noch die obige Anordnung, dass solche Beobachtungen, die in der Mitte durch Wolken oder andere Umstände unterbrochen wurden, für die Differenzen der Distanzen doch noch nutzbar bleiben, während eine vollständige Beobachtung nur eines Vergleichsterns hier gar nichts helfen konnte. Betrachten wir eine zweite Ursache, die in der Messung der Entfernungen Fehler hervorbringen kann, nämlich eine continuirliche Aenderung des Coincidenzpunktes der beiden Objective, so wird diese durch die angewandte Anordnung der Beobachtungen allerdings nicht eliminirt. Es lässt sich indess mit Sicherheit voraussetzen, dass diese Aenderung, sofern sie gesetzmässig auftritt, durch den Wechsel in der Reihenfolge der Beobachtungen an verschiedenen Abenden unschädlich wird; sie kann übrigens keinesfalls bedeutend sein, da die an verschiedenen Abenden gefundenen Coincidenzpunkte eine grosse Uebereinstimmung zeigen.

Es ist hier noch wesentlich zu erwähnen, dass ich die Vergleichsterne nicht mit dem Hauptstern von p Ophiuchi, sondern durchweg mit dem Begleiter verglichen habe. Der Stern b hat eine für p'' sehr passende Helligkeit; bei der Vergleichung von a war es jedoch nothwendig, diejenige Hälfte, welche den Doppelstern abbildete, durch ein Messingdrathgitter, wie man dergleichen schon lange bei dem Helio- meter anwendet, abzublenden. Von diesem Gitter oder Gewebe gehen 50 Maschen auf einem pariser Zoll. Die Deutlichkeit des Bildes eines Sternes wird durchaus nicht durch dasselbe beeinträchtigt; ich habe im Gegentheil bemerkt, dass die Einstellungen des Sterns a , obgleich sie oft durch seine Schwäche bei etwas dunstigem Himmel oder in heller Dämmerung, schwieriger schienen, als die des Sterns b , dennoch eine etwas bessere Uebereinstimmung unter sich gewähren. Die Ursache davon suche ich darin, dass die bekannten Interferenzstreifen, die durch das Drathgewebe erzeugt werden, und deren hellste das Bild des Sterns senkrecht gegen die Schnittfläche und in der Richtung desselben durchschneiden, die Deckung der Bilder sehr scharf beurthei-

len lassen, indem sich der Vergleichstern durch die Drehung des Positionswinkels in dem auf der Schnittfläche senkrechten Streifen bewegt. Bei Gelegenheit anderer Beobachtungen, wo der Unterschied der Helligkeiten der zu vergleichenden Sterne noch grösser war und dieses Gitter nicht ausreichte, habe ich bisweilen zwei dergleichen übereinander gelegt angewandt, indess schien mir dadurch die Deutlichkeit des Bildes beträchtlich zu leiden. Es wird wahrscheinlich vortheilhafter sein, in solchen Fällen statt eines Doppelgitters, ein einfaches anzuwenden, welches engere Zwischenräume hat.

Um anschaulich zu machen, wie sich die Beobachtungen folgen, füge ich hier ein Schema bei:

	Hälfte I.	Hälfte II.	Schraube I.	Schraube II.	Einstellungen
Axe v	b	p''	60 ^a	25 ^a	5
	$p''g$	a	60	26	
	a	$p''g$	60	94	
	p''	b	60	94	

Bei der andern Lage des Instrumentes, Axe f , ist 26 mit 94 zu vertauschen; es bieten sich also nach obigem Schema bei jeder Lage der Axe je 4 Arten dar, die Beobachtung zu beginnen.

Ich füge hier noch aus dem Tagebuche der Beobachtungen die vollständige Abschrift einer Beobachtung bei:

Uhrzeit	Hälfte I.	Hälfte II.	Schraube I.	Schraube II.
19 ^h 32'	a	$p''g$	60 ^a 0	93 ^a 9795
			2	94,1820
			4	3800
			6	5820
19 41			8	7745
19 43	p''	b	60,0	93,3775
			2	5875
			4	7845
			6	9846
19 49			8	94,1730
19 54 +13° 0	b	p''	60,0	25,8570
			2	26,0600
			4	2625
			6	4655
20 2			8	6545
20 6	$p''g$	a	60,0	25,2695
			2	4700
			4	6645
			6	8680
20 13			8	76,0610

Barom.: 28^o 0^{''} 2 + 11° 0 Lufttemp.: 54° 0 F. Corr. d. Uhr: + 2' 15^{''}
(Die Ablesung der meteorologischen Instrumente geschah im Ostsaale der Sternwarte.)

Durch das beigelegte g ist hier angedeutet, dass die betreffende Objectivhälfte abgeblendet wurde.

In der folgenden Tabelle stelle ich die beobachteten Distanzen zusammen und füge Alles bei, was auf die Umstände der Beobachtungen Bezug hat. Die Originalbeobachtungen unmittelbar hier wiederzugeben, würde zu weitläufig sein. Die Columnne 1 enthält die Nummern der Beobachtung, das Datum und die Lage der Axe, Columnne 2 den Zustand der Luft, Columnne 3 die Angabe der zuerst vorgenommenen Einstellung; die 4te und 5te Reihe giebt den Stundenwinkel für die Mitte der Beobachtung, sowie die Ablesung des Thermometers am Instrumente, die 6te und 7te endlich die von dem Einfluss der Refraction und Aberration befreiten Summen und Differenzen der Distanzen beider Vergleichsterne a und b , die ich hier $a + b$ und $a - b$ nennen will, ohne zu befürchten, dass es ein Missverständniss geben könne, wenn dieselben Zeichen für die Vergleichsterne gebraucht werden.

Was die Bezeichnung des Luftzustandes betrifft, so ist diese natürlich eine willkürliche; von der ausgezeichneten Ruhe der Bilder, wie wir sie hier besonders nach heissen Tagen im Anfange der Dunkelheit oft haben, bis zu der äussersten Unruhe, die kaum noch eine Beobachtung mit starken Vergrösserungen erlaubt, habe ich 4 Stufen angenommen. Zwischenschätzungen, wie 2—3, rühren davon her, dass sich während der Beobachtung, die im Durchschnitt etwa 45 Minuten dauerte, der Zustand der Luft änderte.

Das Thermometer ist nach *Réaumur* getheilt; seine Correction ist Null am Gefrierpunkte und es lässt sich annehmen, dass es auch für höhere Temperaturen richtig ist. Es hängt an dem hölzernen Stativ des Heliometers in einer Höhe von 6 Fuss über dem Fussboden. Begreiflicher Weise sind seine Angaben im Allgemeinen bedeutend höher, als die des äussern Thermometers, da es von der Temperatur des Heliometers selber beträchtlich afficirt wird und deshalb wahrscheinlich geeigneter ist, das Argument der Wärmeverbesserung zu liefern, als ein im Freien befindliches, welches die schnellen Aenderungen der Luftwärme angiebt, denen der Heliometerapparat bei seiner grossen Masse nicht folgen kann. Für eine möglichst gute Ausgleichung der Luft im Beobachtungsraume wurde gleichmässig Sorge getragen; es lässt sich indess nicht vermeiden, dass dieselbe für Beobachtungen in der Abenddämmerung lange nicht so vollständig eintritt, wie in späten Nachtstunden, trotz der in dieser Hinsicht sehr günstigen Construction der Dach- und Seitenklappen der hiesigen Drehthürme.

Die angewandte Vergrösserung ist mit Ausnahme der ersten Beobachtung durchweg die stärkste vorhandene, 290fache. Ich bin überzeugt, dass man öfters noch stärkere würde anwenden können, da an windstillen Abenden besonders die Ruhe der Luft bisweilen nichts zu wünschen übrig lässt.

Die Stellung des Oculars zum Focus des Objectivs wurde von jeder Beobachtung durch den Anblick von ρ Ophiuchi geprüft und berichtigt; dies gewährte ein sehr genaues Urtheil über die dem Auge angemessenste Stellung und bei guter Luft konnte nie ein Zweifel darüber herrschen.

Was die Refraction betrifft, so wurde diese aus einer von 4 Stunden östlich bis 4 Stunden westlich vom Meridian von 20 zu 20' berechneten Tafel entnommen und an jede einzelne Einstellung nach gehöriger Correction wegen des Barometers etc. angebracht. Diese Tafel ist mit den Werthen

$$\begin{aligned} s &= 34^{\text{m}}36 & p &= 267^{\circ}41' \text{ für } a, \\ &= 33,76 & & 98 \text{ } 9 \text{ für } b \end{aligned}$$

nach den bekannten Formeln von *Bessel* in dem ersten Bande seiner astronomischen Untersuchungen berechnet. Die genauern Werthe für p sind $267^{\circ}39'$ und $98^{\circ}2'$; der Unterschied ist indess von keiner praktischen Bedeutung. Sie giebt beispielsweise die mittlere Correction:

$$\begin{array}{rcccl} \text{für } T = 20^{\text{h}}50' & *a & +0^{\text{m}}0212 & *b & +0^{\text{m}}0283 \\ & 3 \text{ } 30 & +0,0246 & & +0,0172 \end{array}$$

Die Mittel der einzelnen Einstellungen, sowie die richtige Anbringung der Refractionsverbesserung sind durch eine im Ganzen dreimal auf verschiedene Weise geführte Berechnung in der Art controllirt, dass die hier gegebenen Zahlen in dieser Hinsicht als das directe Resultat der Beobachtung angesehen werden können.

Um den Einfluss der Aberration zu berücksichtigen, ist nun noch folgende Reduction angebracht:

$$+0^{\text{m}}003036 \sin (\odot + 90^{\circ}27')$$

wo mit $\odot$ die Länge der Sonne bezeichnet ist; diese Reduction ist für beide Sterne gleich angenommen, was hier vollständig zulässig ist.

Das Eine habe ich noch zu erwähnen, dass ich die Reduction der Beobachtungen, d. h. die Anbringung der Refraction und Aberration meistens bald nach Anstellung derselben ausgeführt habe. Es war mir bei dem gänzlichen Mangel an Erfahrungen über das Heliometer, das ich bei Gelegenheit dieser Beobachtungen zum ersten Male für genauere Messungen anwandte, durchaus nothwendig, mich davon zu überzeugen, welche Genauigkeit ich etwa erreichen könnte, und zugleich zu sehen, ob sich nicht im Laufe der Messungen störende Umstände zeigten. Dass dies letztere nicht überflüssig war, zeigen die 3 Beobachtungen, die bei vorausgehender Axe des Instrumentes östlich vom Meridian angestellt wurden und auf die ich später zu sprechen komme. Gegen die Vermuthung einer Präoccupation des Urtheils muss ich mich ausdrücklich erklären. Es scheint mir kaum möglich, dass eine solche bei Heliometerbeobachtungen existiren

kann, da man während der Beobachtung kaum weiss, was man eigentlich gerade misst sondern nur das Bestreben

haben kann, die Sterne möglichst genau zur Coincidenz zu bringen.

Beobachtungen im Jahre 1858:

Nr	Zeit	Axe	Luft	Anfang bei	Stundenw.	Temperatur	(a-b)	(a+b)
1	Juni 28	f	4	b 26	22 ^h 36'	+13° 4	0 ⁿ 5964	68 ⁿ 1386
2	29	v	3	a 26	1 48	+11,0	5966	1408
3	Juli 1	f	3-4	b 94	22 41	+11,6	5942	1448
4	2	f	2	b 26	22 25	+12,1	5956	1404
5	3	f	3-4	a 94	22 33	+12,0	5925	
6	4	f	3	a 26	22 58	+13,4	5927	1379
7	8	v	1	a 94	0 42	+11,9	5925	1465
8	14	v	1-2	b 26	2 45	+16,6	5899	1507
9	17	f	2-3	b 94	22 41	+17,9	5901	1529
10	18	f	3	b 26	22 37	+20,6	5964	1606
11	20	f	3-4	a 94	23 17	+17,6	5869	1555
12	22	v	4	a 26	1 47	+13,9	5895	1431
13	26	v	4	a 94	2 50	+13,5	5912	1466
14	29	v	3	a 26	0 37	+12,5	5865	
15	Aug. 1	v	3-4	b 26	1 46	+12,1	5895	1403
16	2	f	1-2	b 94	23 56	+15,7	5930	1664
17	3	f	3	b 26	23 12	+18,0	5914	1630
18	4	f	1-2	a 94	23 23	+20,0	5946	1612
19	6	v	1-2	b 26	3 15	+13,6	5896	
20	7	f	1-2	a 26	23 36	+15,6	5934	1422
21	10	v	4	b 94	0 31	+19,0	5848	
22	12	v	1	b 94	23 46	+21,9	5892	1598
23	13	v	1	b 26	0 40	+21,4	5951	1559
24	21	v	3	a 26	0 0	+14,2	5933	
25	Sept. 1	v	3	a 94	1 24	+12,5	5947	
26	9	v	3	a 26	2 0	+13,7	5975	1599
27	10	v	2-3	a 94	0 43	+16,2	5016	1432
28	11	f	3	b 94	0 35	+17,5	5962	1490
29	12	f	2-3	b 26	0 32	+19,0	5925	1603
30	16	v	2	b 94	0 38	+18,9	5917	1551
31	19	v	3	b 26	1 40	+16,1	5905	
32	21	v	3	b 26	0 42	+16,2	5943	1451
33	26	f	2	a 26	1 7	+14,8	5931	1315
34	29	f	2	a 94	1 23	+15,0	5940	1496
35	Octbr. 4	f	3	b 26	1 9	+15,3	5927	1507
36	6	f	3	b 94	1 12	+10,4	5903	1299
37	10	v	3	a 26	1 40	+ 7,8	5944	1430
38	15	v	2-3	a 94	1 56	+13,0	5988	1342
39	26	v	3	b 26	1 55	+12,0	5921	
40	30	v	2-3	b 94	2 9	+ 4,1	5909	1373
41	31	v	2-3	b 26	2 3	+ 3,5	5956	1312
42	Nov. 4	v	3-4	a 26	2 53	+ 1,8	5940	

Beobachtungen im Jahre 1859:

43	Febr. 21	f	3	a 94	21 ^h 12'	+1° 0	0 ⁿ 6026	68 ⁿ 1388
44	März 10	f	4	a 26	21 13	+2,4	6082	1364
45	14	f	2-3	b 26	22 0	+9,7	6138	1352
46	17	f	3-4	b 94	22 12	+7,2	6089	1285
47	18	f	1-2	a 26	22 16	+5,6	6135	1217
48	19	f	1-2	a 94	23 26	+2,9	6047	
49	20	f	3	a 94	22 16	+4,4	6072	1312
50	27	f	3	b 26	22 14	+6,0	6084	1522

<i>Nr</i>	Zeit	Axe	Luft	Anfang bei	Stundenw.	Temperatur	(<i>a</i> - <i>b</i>)	(<i>a</i> + <i>b</i>)
51	März 27	<i>f</i>	3	<i>b</i> 94	23 ^h 2'	+ 5,7	0 ^m 6124	68 ^m 1340
52	April 4	<i>f</i>	1	<i>a</i> 94	22 56	+ 8,5	6094	1366
53	4	<i>f</i>	2	<i>a</i> 26	23 20	+ 8,1	6110	
54	6	<i>f</i>	3—4	<i>a</i> 26	22 9	+ 9,6	6079	1461
*) 55	6	<i>v</i>	3	<i>a</i> 94	23 4	+ 9,1	5968	1494
56	11	<i>f</i>	2—3	<i>b</i> 94	22 18	+ 7,1	6110	1424
*) 57	22	<i>v</i>	2—3	<i>a</i> 26	22 43	+ 4,7	6094	1770
58	28	<i>f</i>	3—4	<i>b</i> 26	22 38	+ 8,9	6101	1427
59	29	<i>f</i>	3—4	<i>a</i> 26	22 32	+ 8,3	6120	
*) 60	Mai 3	<i>v</i>	3	<i>b</i> 26	23 20	+ 9,4	6014	1472
61	5	<i>f</i>	2—3	<i>a</i> 26	22 37	+ 7,9	6090	1398
62	6	<i>v</i>	1—2	<i>b</i> 94	22 36	+ 9,8	6087	1331
63	7	<i>v</i>	2	<i>b</i> 26	22 53	+ 11,8	6090	1398
64	11	<i>v</i>	3—4	<i>a</i> 26	23 10	+ 8,5	6067	
65	12	<i>v</i>	1—2	<i>a</i> 26	0 10	+ 8,0	6125	1255
66	21	<i>v</i>	1	<i>a</i> 94	0 27	+ 9,9	6127	1259
67	30	<i>f</i>	3	<i>a</i> 26	23 21	+ 12,8	6084	1350
68	Juni 5	<i>f</i>	2—3	<i>a</i> 94	22 26	+ 15,2	6066	1366
69	8	<i>v</i>	3	<i>b</i> 26	0 23	+ 16,8	6059	1413
70	22	<i>v</i>	2—3	<i>b</i> 94	0 2	+ 13,9	6026	1454
71	24	<i>f</i>	2	<i>a</i> 26	22 43	+ 13,2	6083	1251
72	25	<i>f</i>	2—3	<i>a</i> 94	22 26	+ 15,9	6050	1358
73	25	<i>v</i>	3	<i>a</i> 26	1 0	+ 13,0	6074	1420
74	27	<i>f</i>	2—3	<i>b</i> 94	23 3	+ 19,4	6037	1395
75	28	<i>f</i>	2—3	<i>b</i> 26	23 22	+ 18,3	6061	1259
76	Juli 2	<i>f</i>	2—3	<i>b</i> 26	22 25	+ 20,9	6042	1494
77	2	<i>v</i>	1	<i>a</i> 94	1 11	+ 18,2	6067	1447
78	5	<i>f</i>	2	<i>b</i> 94	22 51	+ 19,1	6036	1426
79	6	<i>v</i>	2	<i>a</i> 26	23 18	+ 19,0	6060	1450
80	15	<i>f</i>	2—3	<i>a</i> 26	22 50	+ 17,2	6023	
81	18	<i>f</i>	2	<i>a</i> 94	23 20	+ 22,1	6058	1552
82	20	<i>f</i>	1	<i>a</i> 26	23 19	+ 20,1	6014	1430

Zu den Beobachtungen *Nr* 55, 57 und 60 habe ich eine Bemerkung zu machen. Dieselben sind bei vorausgehender Declinationsaxe ungefähr eine Stunde östlich angestellt. Da die Heliometerschraube in der gewöhnlichen Richtung gedreht wurde, d. h. in dem Sinne zunehmender Ablesung bei der letzten Einstellung, so wirkte die letzte Bewegung des Objectivschiebers der Richtung der Schwere nicht entgegen. Die Folge davon war, dass, wie mir schon während der Beobachtung sehr auffiel, die Einstellungen sich nicht mehr mit Sicherheit machen liessen, sondern oft, wenn ich eben durch die letzte kleine Drehung der Schraube die Coincidenz erreicht zu haben glaubte, das Bild des Sterns sich merklich zu weit bewegte und also offenbar Verschiebungen unterworfen war, die durch Ablesung der Schranbentrommel nicht angezeigt wurden. Obgleich sich mir dieser Umstand schon während der Beobachtung *Nr* 55 deutlich herausstellte, so hielt ich es dennoch für wichtig, noch mehrere unter denselben Umständen anzustellen und mich zu überzeugen, ob sich dieselbe Erscheinung wiederhole. Demnach wurden *Nr* 57 und 60 ebenso beobachtet, und auch während dieser

Beobachtungen drängte sich mir die Ueberzeugung auf, dass dieselben keine sichern Resultate gewährten. Es wird also dadurch, dass die Schwere der bewegten Objectivhälfte in derselben Richtung wirkt wie die Schraube, bewirkt, dass die Schraubenmutter sich nicht mit dem nöthigen Drucke gegen die Gänge des Gewindes der Schraube stützt, und in Folge dessen können einzelne Reihen von Einstellungen plötzliche starke Abweichungen zeigen. Auf diese Art glaube ich mir die Sache am einfachsten erklären zu können. Die erwähnten drei Beobachtungen, 55, 57, 60, sind von der Berechnung ausgeschlossen worden; ich halte mich hiezu nicht nur für berechtigt, sondern sogar für verpflichtet, da ich, wenigstens bei *Nr* 57 und 60, schon während der Beobachtung wohl wusste, dass ich sie nicht würde brauchen können und dass sie nur als weitere Bestätigung der bei *Nr* 55 bereits bemerkten Unregelmässigkeiten dienen sollten. Es sind nun freilich noch einige, bei folgender Axe des Instruments über eine Stunde westlich angestellte Beobachtungen vorhanden, die vielleicht demselben Zweifel unterworfen sind, nämlich *Nr* 33, 34, 35, 36, indess ist mir bei denselben die

eben besprochene ungleichmässige Bewegung der Hälfte II nicht so aufgefallen, wie bei den ein halbes Jahr später östlich angestellten; ich habe sie deshalb beibehalten.

Um indessen bei den Frühlingsbeobachtungen östlich vom Meridian auch die Lage des Instruments, in welcher die Declinationsaxe vorausgeht, anwenden zu können, versuchte ich, wie bei № 62, 63, 64 und anderen, die letzte Einstellung in der entgegengesetzten Richtung, also bei abnehmender Ablesung an dem Index der Schraubentrommel, zu machen. In diesem Falle wirkt dieselbe der Schwere entgegen, indess wird sich die Schraube nicht mehr mit ihrem Fusse auf die feste Unterlagsplatte, sondern am Kopfende mit dem Messingringe gegen die Feder stützen, welche den Zweck hat, die Schraube in unveränderlicher Stellung gegen den festen Theil des Objectivapparats zu halten. Es zeigte sich bei diesen Beobachtungen, dass dieselben durchaus gleiche Sicherheit der Einstellung gewährten, wie die übrigen und dass die Feder als ein vollkommen sicherer Unterstützungspunkt der Schraube angesehen werden kann. Die Absicht des Künstlers bei der Einrichtung des Instruments ist es indessen offenbar gewesen, nur den Fusspunkt der Schraubenspindel als Stützpunkt benutzen zu lassen; ich glaube jedoch nach meiner Erfahrung bei ρ Ophiuchi lieber in der entgegengesetzten Richtung drehen zu müssen, als die Objectivhälfte in der Richtung der Schwere zu bewegen.

4.

Ich theile die Bearbeitung der Beobachtungen in zwei Theile; zunächst werde ich die Summen $(a+b)$ der Rechnung unterziehen. Da es nach den bisherigen Erfahrungen ausgemacht ist, dass das Heliometer grosse Distanzen nicht mit der Genauigkeit giebt, welche man nach der Sicherheit der Pointirungen erwarten sollte, so muss die Bestimmung der Parallaxe nothwendig so eingerichtet werden, dass sie von der Kenntniss der absoluten Distanzen unabhängig wird.

$$\begin{aligned} \text{Der mittlere Fehler einer fünfmal beobachteten Distanz} &= \pm 0^{\text{u}}001292 = \pm 0''067 \\ &= \text{von } (a+b) \text{ oder } (a-b) &= \pm 0.001827 = \pm 0.094 \\ &= \text{einer einzelnen Pointirung} &= \pm 0.004085 = \pm 0.211 \end{aligned}$$

In *Wichmann's* Abhandlung über die Parallaxe des *Argelander'schen* Sterns in № 844 der *Astr. Nachr.* (Band 36, pag. 53) findet sich eine Zusammenstellung der mittleren Schätzungsfehler für das Königsberger Heliometer; die daselbst gegebenen Werthe sind indessen, wie *Wichmann* selber bemerkt hat, zu klein, da sie nur das arithmetische Mittel aller Abweichungen, sämmtliche Fehler positiv genommen, bedeuten; um sie mit dem hier gegebenen wirklichen mittleren Fehler meiner Beobachtungen zu vergleichen, multipli-

Demnach werde ich später für die Auffindung der Parallaxe nur die beobachteten Differenzen $(a-b)$ anwenden.

Das erste Geschäft wird die Bestimmung der Gewichte der Beobachtungen nach Massgabe des notirten Luftzustandes sein. Da die Beobachtungen jedes Vergleichsterns auf beiden Seiten der Heliometeraxe fünfmal wiederholt sind, so gewährt die Uebereinstimmung derselben untereinander einen Anhaltspunkt zur Bestimmung des wahrscheinlichen Fehlers der Pointirungen. Der wahrscheinliche Fehler einer gemessenen Distanz kann indess nur durch die Vergleichung aller Beobachtungen erkannt werden. Ich habe also die Summe der Quadrate der Abweichungen der einzelnen doppelten Entfernungen, die sich aus dem Unterschiede der Ablesungen bei 94^{u} und 26^{u} nach gehöriger Refractionsverbesserung ergeben, vom Mittel aller fünf aufgesucht und dieselbe durch die Anzahl der dabei concurrirenden Bestimmungen dividirt. Es ergab sich so die mittlere Quadratsumme der übrigbleibenden Fehler aus den vollständigen Beobachtungen 1—75

12 Beob. bei Luft 1 u. 1—2	für a 11952,	für b 14745
21	2 u. 2—3	19075
18	3	17754
6	3—4	23731
4	4	41301
		25801

Die Einheiten dieser Zahlen sind Zehntausendstel Umdrehungen. Indem ich aus a und b das Mittel nehme und das Gewicht der ersten Classe als Einheit aufstelle, erhalte ich

für Luft 1 u. 1—2	1,000,	angenommen 1,0
2 u. 2—3	0,800	0,8
3	0,598	0,6
3—4	0,577	0,5
4	0,398	0,4

Statt der durch die Rechnung gefundenen Werthe nehme ich die beigeschriebenen an. Der mittlere Fehler einer einmal beobachteten Distanz wird für die Gewichtseinheit demnach

$$= \frac{1}{2} \sqrt{\frac{13348}{4}} = \pm 0^{\text{u}}002888 = \pm 0''150, \text{ ferner:}$$

cire ich *Wichmann's* Zahlen mit $\frac{0.845347}{0.674490}$ und erhalte so folgende mittlere Fehler der Pointirung:

<i>Bessel</i>	aus Beob. von α Bootis	$\pm 0^{\text{u}}00484$
<i>Schlüter</i>	= des <i>Argelander'schen</i> Sterns	± 0.00356
=	= von α Capricorni	± 0.00351
<i>Wichmann</i>	= α Capricorni	± 0.00330
=	= des <i>Argelander'schen</i> Sterns	± 0.00486

Der für meine Beobachtungen ermittelte mittlere Fehler ist indess etwas zu gross; er ist nämlich nicht frei von der periodischen Ausgleichung der Schraube; die Anbringung desselben würde ihn sicher etwas verkleinert haben. Da ich indess noch keine hinlänglich sichere Kenntniss derselben habe, so habe ich darauf nicht Rücksicht genommen. Sobald man die Beobachtungen so anordnet, dass nach und nach verschiedene Theile des Umkreises der Schraubentrommel zur Messung kommen, so wird das Mittel frei von den Ungleichheiten, und zwar ohne Zweifel sicherer frei, als wenn man dieselben anderweitig bestimmte. Es kann aus diesem Grunde die Bestimmung der periodischen Ungleichheiten bei dem Heliometer füglich ganz unterbleiben; bei Beobachtungen von Gestirnen, die eine rasche Bewegung haben, wird es freilich nicht gut angehen, die Hälfte I successive zu verstellen, indess kommen in diesem Falle durch die Bewegung von selbst verschiedene Theile der Schraube zur Messung, und derartige Beobachtungen sind an und für sich von geringerer Genauigkeit, so dass die Vernachlässigung der Ungleichheiten, insofern sie nur gering sind, keinen grossen Nachtheil erzeugen kann.

Um indessen wenigstens eine genäherte Kenntniss des Verhaltens der hiesigen Schraube zu gewinnen, habe ich an zwei Tagen, 1859 Juni 7 und 9, einige Versuche angestellt. Dieselben befriedigten mich jedoch nicht recht, da die vorhandenen Hilfsmittel in einem zu geringen Verhältniss zu der für diese Bestimmungen erforderlichen Genauigkeit standen. An dem innern Rande des Schiebers II auf der Deckplatte zwischen Objectiv und Schraubenkopf, welche das Innere des

Rohres vor Hineinfallen von Staub schützt, ist ein von dem hiesigen Mechaniker *Etter* angefertigter Massstab von Silber befestigt, welcher 7 um 10 Umdrehungen der Schraube von einander abstehende Striche trägt. Auf der entsprechenden gegenüberstehenden Deckplatte lässt sich eines der Mikroskope befestigen, die dem Heliometer beigegeben sind für den Fall, dass man die Verschiebung der Objectivhälften an der Scala ablesen will, statt an der Schraube. Es lässt sich also jeder Strich des *Etter'schen* Massstabes bei beliebiger Stellung der Hälfte II unter das Mikroskop führen, indem man der Hälfte I die entsprechende Stellung giebt. Diese Vorrichtung ist von Herrn Dr. *Wtnecke* zur Bestimmung der fortlaufenden Ungleichheit der Schraube II in ihrer ganzen Ausdehnung von 0^R bis 120^R angewandt worden. Um kleine Intervalle messen zu können, befestigte ich das Mikroskop so, dass das feste Fadenkreuz unter einem Winkel von 45° gegen einen Strich des Massstabes geneigt war; der parallele bewegliche Faden wurde nun so gestellt, dass eine Drehung von $0^R 2$ nöthig war, um beide Fadenkreuze durch den Strich des Massstabes durchschneiden zu lassen. Die Einstellungen waren indess sehr ermüdend für das Auge, und nicht so sicher, als eine Pointirung zwischen Parallelfäden gewesen sein würde. Es wurde nun am 7^{ten} Juni das Intervall $0^R 2$ gemessen, indem nach und 0,0, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 als Anfangspunkt gewählt wurde. Es ergab sich, wenn man mit x_1, x_2, x_3, x_4 die bei $0^R 2, 0,4, 0,6, 0,8$ anzubringende Verbesserung der Ablesung bezeichnet, bei verticaler Stellung der Schraube, in Zehntausendstel Umdrehungen:

zwischen	20^R	u.	25^R	$x_1 =$	$-8,0$	$x_2 =$	$-16,6$	$x_3 =$	$-14,6$	$x_4 =$	$-11,8$
	40		45		$-3,9$		$-16,3$		$-16,6$		$-14,9$
	75		80		$-24,5$		$-41,0$		$-25,9$		$-15,0$
	95		100		$-15,4$		$-29,6$		$-25,2$		$-22,6$
Mittel					$-12,9$		$-25,9$		$-20,6$		$-16,1$
Gewicht					$\frac{5}{4}$		$\frac{5}{6}$		$\frac{5}{6}$		$\frac{5}{4}$

Bei dem zweiten Versuche, Juni 9, wurde das Intervall $0,4$ gemessen, die Lage der Schraube war horizontal; es fand sich:

zwischen	85	und	95	$x_1 =$	$-16,2$	$x_2 =$	$-18,5$	$x_3 =$	$-25,5$	$x_4 =$	$+6,2$
	65		75		$-20,7$		$-22,1$		$-15,2$		$+4,8$
	45		55		$-21,1$		$-20,3$		$-21,2$		$-0,4$
	25		35		$-18,7$		$-25,6$		$-21,0$		$-14,0$
Mittel					$-19,2$		$-21,6$		$-20,7$		$-0,8$
Gewicht					$\frac{5}{6}$		$\frac{5}{4}$		$\frac{5}{4}$		$\frac{5}{6}$

Nehme ich aus beiden Reihen mit Berücksichtigung der Gewichte das Mittel und bringe die gefundenen Werthe in die Form einer periodischen Reihe, so ergibt sich die Correction $\varphi(u)$ der Angabe u der Schraubentrommel

$$= -0^R 00139 + 0^R 00111 \cos u + 0^R 00028 \cos 2u \\ - 0,000027 \sin u - 0,00003 \sin 2u.$$

5.

Die zwischen 1858 Juni 28 und 1859 Juli 6 beobachteten 63 Summen $(a+b)$ betrachte ich als abhängig 1) von der eigenen Bewegung der Sterne, 2) von der Temperaturangabe des innern Thermometers, 3) von der Parallaxe von p Ophiuchi. Der Einfluss der letztern ist, da p Ophiuchi nicht weit von der Verbindungslinie der Vergleichsterne absteht, so gering, dass er füglich ganz hätte übergangen werden können; es bringt nämlich eine Parallaxe π folgende Aenderung der mittlern Summe $(a+b)$ hervor:

$$+0,08 \pi R \sin (\odot + 6^{\circ}5).$$

Nach einem ungefähren Ueberschlage der $(a-b)$ habe ich die Parallaxe zu $+0^R0030$ angenommen und die davon herrührende Verbesserung angebracht. Ferner wurde als

aus <i>Schlüter's</i> Beobachtungen des <i>Argelanderschen</i> Sterns	= 0,00001976 W.F. $\pm 0,00000183$
aus <i>Wichmann's</i>	= 0,00001174 $\pm 0,00000185$
aus <i>Bessel's</i> Plejadenbeobachtungen	= 0,00000378 $\pm 0,00000045$

Unter der Annahme von Dr. *Winnecke's* Coefficienten wird der Einfluss einer Temperaturänderung von 20° R. auf $(a+b)$ $= 68^R14 = 0^R04226$.

Es wurden nun für die 63 Beobachtungen von $(a+b)$ folgende Bedingungsgleichungen aufgestellt:

$$(a+b) \text{ Beoh.} = 68^R1150 + x + (1859 - t) (0^R00336 + y) + \frac{\tau}{20} (0^R04226 + Z) + 0^R00024 R \sin (\odot + 6^{\circ}5)$$

wo τ die Angabe des Thermometers bedeutet; $68,1150 + x$ ist die Summe beider Entfernungen für 1859,0 auf 0° R. reducirt.

Bei der Bildung der Normalgleichungen gab ich den einzelnen Bedingungsgleichungen die nach § 4 abgeleiteten Gewichte; ich beging indess das Versehen, die Bedingungsgleichungen nicht mit der Quadratwurzel aus den Gewichten, sondern mit den Gewichten selber zu multipliciren. Die Rechnung wurde also wiederholt; sie war indess nicht unnütz gewesen, indem sie das schon vorher zu erwartende Resultat zeigte, dass der mittlere Fehler der beobachteten $(a+b)$ nicht $= \pm 0^R001827$ herauskam, sondern beträchtlich grösser, nämlich $\pm 0^R005729$.

Ich schritt demnach zu einer neuen Gewichtsbestimmung, indem ich den mittlern Fehler aus zwei Theilen zusammengesetzt annahm, einem mit dem Zustande der Luft veränder-

$\mathcal{N}$	$n\sqrt{p}$	$a\sqrt{p}$	$b\sqrt{p}$
1	+0,58	+0,931	+0,453
2	-0,11	0,968	488
3	-0,36	0,953	475
4	+0,17	1,000	498
6	+0,67	0,968	476
7	-0,49	1,000	481
8	+0,08	1,000	465
9	+0,12	1,000	456
10	-0,07	0,968	438
11	-0,21	0,953	427

Näherungswerth der jährlichen Veränderung von $(a+b)$ -0^R00336 angenommen, wobei die Vergleichsterne als unbewegt vorausgesetzt wurden. In Bezug auf den Einfluss der Wärme nehme ich an, dass der Werth einer Umdrehung der Schraube durch einen Grad *Fahrenheit* Temperaturerhöhung um

$$0^R000013785$$

verkleinert werde. Dieser Werth ist ein einfaches Mittel aus 4 Bestimmungen, die Dr. *Winnecke* aus Beobachtungen von Plejadensternen abgeleitet und mir brieflich mitgetheilt hat, er ist natürlich nicht als ein definitives Resultat anzusehen, muss aber doch wohl demselben nahe kommen. Für das Königsberger Heliometer ergibt sich obiger Factor nach der Zusammenstellung von Herrn Prof. *Peters* in *N* 865 der *Astronomischen Nachrichten*:

lichen, und einem für alle Messungen gleichen, der in der Unkenntniss der Einwirkung der Temperatur und anderer Umstände begründet ist. Dies ergab für alle Beobachtungen wenig von der Einheit abweichende Gewichte, nämlich

Luft	p	$\sqrt{p}$
1 u. 1—2	1,000	1,00
1 u. 2—3	0,975	0,99
3	0,936	0,97
3—4	0,907	0,95
4	0,867	0,93

Darnach wurden die Bedingungsgleichungen für Luft 1 bis 2—3 mit 1, für Luft 3 mit $1-\frac{1}{30}$, für Luft 3—4 mit $1-\frac{1}{20}$ und für die letzte Classe mit $1-\frac{1}{14}$ multiplicirt; sie stellen sich darnach folgendermassen, wenn a den Coefficienten von x , b den von y , und c den von z bezeichnet und n in hundertstel Umdrehungen ausgedrückt wird.

$c\sqrt{p}$	$(a+b)$ berechnet	$v\sqrt{p}$	$v''\sqrt{p}$
+0,622	68^R1483	+0,96	+0''47
532	1460	+0,50	+0,26
551	1465	+0,16	+0,09
605	1469	+0,65	+0,34
648	1482	+1,00	+0,52
595	1467	+0,02	+0,01
830	1511	+0,04	+0,02
895	1523	-0,06	-0,03
996	1549	-0,55	-0,29
836	1519	-0,34	-0,18

$\mathcal{M}$	$n\sqrt{p}$	$a\sqrt{p}$	$b\sqrt{p}$	$c\sqrt{p}$	$(a+b)$ berechnet	$v\sqrt{p}$	$v''\sqrt{p}$
12	+0,24	+0,931	+0,412	+0,645	68 ⁿ 1481	+0,46	+0''24
13	-0,18	0,931	401	627	1476	+0,09	+0,05
15	+0,14	0,953	395	576	1460	+0,54	+0,28
16	-1,70	1,000	413	785	1496	-1,68	-0,87
17	-0,87	1,000	410	0,900	1518	-1,08	-0,56
18	-0,26	1,000	407	1,000	1537	-0,75	-0,39
20	+0,70	1,000	399	0,780	1493	+0,71	+0,37
22	+0,27	1,000	386	1,095	1554	-0,44	-0,23
23	+0,55	1,000	383	1,070	1549	-0,10	-0,05
26	-1,44	0,968	298	0,662	1462	-1,32	-0,68
27	+0,70	1,000	306	810	1487	+0,55	+0,28
28	+0,39	0,968	293	846	1500	+0,10	+0,05
29	-0,42	1,000	300	950	1515	-0,88	-0,46
30	+0,08	1,000	289	945	1513	-0,38	-0,20
32	+0,48	0,968	267	783	1484	+0,32	+0,17
33	+1,57	1,000	262	740	1469	+1,54	+0,80
34	-0,21	1,000	254	750	1470	-0,26	-0,13
35	-0,25	0,968	232	740	1471	-0,35	-0,18
36	+0,76	0,968	226	503	1421	+1,18	+0,61
37	-1,04	0,968	217	377	1394	-0,35	-0,18
38	+0,91	1,000	210	650	1444	+1,02	+0,53
40	-1,30	1,000	170	205	1352	-0,21	-0,11
41	-0,82	1,000	+0,167	175	1345	+0,33	+0,17
43	-2,14	0,968	-0,136	048	1288	-0,97	-0,50
44	-1,58	0,931	178	112	1297	0,63	-0,33
45	-0,04	1,000	201	485	1368	+0,16	+0,08
46	+0,10	0,953	200	342	1342	+0,54	+0,28
47	+0,45	1,000	212	280	1326	+1,09	+0,56
49	-0,75	0,968	211	213	1313	+0,01	+0,01
50	-2,45	0,968	229	290	1327	-1,89	-0,98
51	-0,75	0,968	229	276	1324	-0,15	-0,08
52	-0,46	1,000	258	425	1351	-0,15	-0,08
54	-1,12	0,953	252	456	1361	-0,95	-0,49
56	-1,34	1,000	277	355	1335	-0,89	-0,46
58	-0,96	0,953	305	423	1348	-0,76	-0,39
61	-0,94	1,000	343	395	1337	-0,61	-0,32
62	+0,12	1,000	347	490	1355	+0,24	+0,12
63	-0,02	1,000	349	590	1374	-0,14	-0,07
65	+0,50	1,000	363	400	1335	+0,80	+0,42
66	+0,85	1,000	387	495	1352	+0,93	+0,48
67	+0,53	0,968	398	619	1377	+0,26	+0,13
68	+0,89	1,000	429	760	1399	+0,33	+0,17
69	+0,73	0,968	423	812	1414	+0,01	+0,01
70	-0,28	1,000	474	695	1381	-0,73	-0,38
71	+1,60	1,000	480	660	1374	+1,23	+0,64
72	+1,10	1,000	484	795	1401	+0,43	+0,22
73	-0,13	1,968	468	628	1372	-0,46	-0,24
74	+1,47	1,000	483	970	1435	+0,40	+0,21
75	+2,38	1,000	492	0,915	1423	+1,44	+0,75
76	+0,79	1,000	502	1,045	1448	-0,46	-0,23
77	+0,68	1,000	502	0,910	1421	-0,26	-0,13
78	+1,08	1,000	511	955	1429	+0,03	+0,02
79	+0,82	+1,000	-0,513	+0,950	68,1428	-0,22	-0,11

Die hieraus abgeleiteten Normalgleichungen lauten:

$$\begin{aligned} 0 &= +1,526 + 60,908 x + 0,990 y + 39,926 z \\ 0 &= -3,768 + 0,990 x + 8,722 y + 1,843 z \\ 0 &= +9,043 + 39,926 x + 1,843 y + 30,139 z \end{aligned}$$

Die Summe der Fehlerquadrate ($p \cdot n \cdot n$) ist = 54,080; durch die Elimination wird sie auf 33,11 herabgebracht, woraus der wahrscheinliche Fehler einer beobachteten Summe

mit dem Gewichte $1 = \pm 0^R 005010 = \pm 0'' 260$ sich ergibt; die Werthe der Unbekannten werden:

$$\begin{aligned} x &= +0^R 0144 \quad \text{W. F. } \pm 0^R 00179 \\ y &= +0,00744 \quad \pm 0^R 00173 \\ z &= -0,02251 \quad \pm 0,00257 \end{aligned}$$

also:

$$(a+b) \text{ beob.} = 68^R 1294 - 0^R 0109 (t-1859) + 0^R 01975 \frac{\tau}{20} + 0^R 00024 R \sin (\odot + 6^\circ 5).$$

Der Wärmecoefficient für 1° F. ist darnach $0,00000644 \text{ W. F. } \pm 0,00000084.$

Die nach dieser Formel berechneten $(a+b)$ sind in obiger Tabelle mit angesetzt, sowie die mit $\sqrt{p}$ multiplicirten übrigbleibenden Fehler, die letztern in hundertstel Revolutionen und in Secunden ausgedrückt. Die nach der Substitution übrigbleibende Fehlerquadratsumme ist 32,92; die Elimination der Normalgleichungen gab 33,11. Die Differenz

lässt sich durch die Unsicherheit der Rechnung erklären, die mit grösserer Schärfe zu führen hier ganz unnöthig war. Wenn ich die Vertheilung der Fehler ihrer Grösse nach untersuche, so finde ich nach der Theorie der Wahrscheinlichkeitsrechnung folgendes:

Zwischen $0'' 00$ und $0'' 13$ sollen fallen 16,6 Fehler; es fallen wirklich 20

0,14	=	0,26	=	=	14,9	=	=	14
0,27	=	0,52	=	=	20,3	=	=	19
0,53	=	0,78	=	=	8,5	=	=	7
0,79	=	1,04	=	=	2,3	=	=	3
1,04	=	∞	=	=	0,6	=	=	0

Summa 63

63

Die gefundenen Werthe y und z sind sehr auffallend; die zu Grunde gelegte jährliche Aenderung von $(a+b)$ hat eine Zunahme von $0^R 00744 = 0'' 386$ erfahren; der Wärmecoefficient ist auf die Hälfte reducirt. Zunächst will ich nun zeigen, was sich aus den Meridianbestimmungen der Vergleichsterne für die eigenen Bewegungen folgern lässt.

6.

Das Material für die Kenntniss der absoluten Oerter der Sterne a und b beschränkt sich auf je eine Beobachtung in der *Histoire céleste*, pag. 94, ferner in *Bessel's Zone* 96 und auf fünf Meridianbestimmungen von Herrn Prof. *Argelander*. Die letztern, auf den Anfang des Jahres 1858 bezogen, geben

* a				* b			
	Gr.	α	δ		Gr.		
1858 Juli 20	—	$17^h 56^m 18^s 34$	$+2^\circ 30' 58'' 04$	—	$18^h 0^m 12^s 75$	$+2^\circ 28' 5'' 21$	
„ 22	8.9	27	59,20	6.7	83	4,78	
„ 24	8.9	27	57,30	gt 7	75	4,66	
Aug. 1	gt 9	31	57,24	7	83	5,24	
„ 2	gt 8.9	30	56,63	6.7	73	5,95	
		17 56 18,31	+2 30 57,8		18 0 12,79	+2 28 5,2	

An *Lalande's* Position bringe ich die für diese Declination geltende Correction des *Lalande'schen* Catalogs an, in AR. $-0'' 01$, in $\delta -1'' 9$, an *Bessel* die Correction der Declination $+1'' 5$, um Alles auf Prof. *Argelander's* Catalog zu beziehen und bringe alle drei Bestimmungen auf das mittlere Aequinoctium von 1860,0; so wird:

	+ a		+ b	
Lal. 1794,5	$17^h 56^m 23^s 73$	$+2^\circ 30' 57'' 6$	$18^h 0^m 18^s 59$	$+2^\circ 27' 58'' 1$
B. 1822,5	24,36	56,1	19,05	28 0,5
Arg. 1858,6	24,33	57,2	18,82	28 5,3

Den Ort des Doppelsterns leite ich aus meinen Vergleichungen mit a und b ab. Zu diesem Zwecke habe ich

an vier Abenden ausser den Entfernungen auch die Positionswinkel beobachtet. Dieselben sind, auf 1860,0 bezogen:

		$\overbrace{a}$	$\overbrace{b}$
1858,69	Axe v	267° 36' 31	98° 0' 74
70	f	36,50	1,47
1859,43	f	42,11	2,32
51	v	41,39	3,31

Die Uebereinstimmung dieser Beobachtungen ist nicht besonders befriedigend. Die Ursache davon ist, dass die Einstellungen des Positionswinkels durch die Nähe des hellen Hauptsternes sehr erschwert werden, indem man die Vergleichsterne mit Mühe sieht, wenn man sie über p' nach p'' zu bewegt hat. Wäre der Positionswinkel um 90° anders, so würde die Beobachtung der Entfernungen in demselben Masse gestört werden, wie jetzt die der Positionswinkel. Mit dem Mittel der Positionsbeobachtungen 1859,08 267°39'08 und 98°1'96, ferner der für diese Zeit gültigen Summe der Distanzen 68^R1282, so wie der sich später ergebenden Differenz 0^R6019 und dem Werthe einer Umdrehung bei 0°: $\log R = 1,714705$, der schon wegen der fortschreitenden Ungleichheit corrigirt ist, finde ich die Unterschiede von p'' gegen a und b :

	$\overbrace{\text{in AR.}}$	$\overbrace{\text{in } \delta}$	
1859,08	—0° 29' 41"88	—1' 13"01	für a
	+0 28 54,92	—4 4,60	= b

und den Ort für p'' mit Zugrundelegung der *Argelander'schen* Bestimmungen der Vergleichsterne:

1859,08	17 ^h 58 ^m 23 ^s 12	+ 2° 32' 10"2	aus a
	23,16	9,9	= b
Mittel	17 58 23,14	+ 2 32 10,05	

Es ist nun noch nöthig, von dem Orte von p'' auf p' überzugehen. Ich habe zu diesem Behufe an 5 Abenden die gegenseitige Stellung der beiden Componenten beobachtet; diese Beobachtungen sind indess sämmtlich bei ungünstigen Luftzuständen angestellt, da es sich jedesmal so traf, dass die Luft bald nach dem Anfange der Beobachtungen unruhig wurde; ich kann deshalb kein besonderes Gewicht auf dieselben legen. Jede ist das Mittel aus vier Einstellungen der vierfachen Entfernung.

	Entfernung	Positionsw. (auf 1860,0 bezogen)
1858,77	6"53	110° 0'
1859,21	6,53	109 26
43	6,55	107 44
48	6,37	109 43
50	6,55	108 53
1859,28	6"466	109 9'2

Die Vergleichung mit der letzten Bahnbestimmung des Herrn Dr. *Klinkerfues* in № 1135 der *Astronom. Nachrichten* zeigt,

dass dieselbe für die gegenwärtige Zeit noch nahe richtige Oerter giebt, nämlich:

	$\overbrace{p}$	$\overbrace{\log \frac{p}{a}}$
1858,0	110° 46' 6	0,15100
59,0	109 53,5	0,14724
60,0	108 59,3	0,14299
61,0	108 4,1	0,13822

Mit $\frac{p}{a}$ ist das Verhältniss der scheinbaren Entfernung zur grossen Halbaxe bezeichnet. Für die Zeit meiner Beobachtungen giebt die Ephemeride 109°41'7, $\log \frac{p}{a}$ 0,14611; ich nehme also als Correction derselben —32'5 und für die halbe grosse Axe den Werth 4"619 an; danach werden die Unterschiede von p'' gegen p' in Rectascension und Declination:

1858,0	+6"142	—2"262
59,0	6,123	2,147
60,0	6,096	2,031
61,0	6,061	1,912

und der Ort von p' für 1859,08:

$$17^{\text{h}}58^{\text{m}}22^{\text{s}}73 \quad +2^{\circ}32'12''2$$

Der *Aboer Catalog* giebt für diese Zeit 17^h58^m22^s70 +2°32'11"4 ferner die eigene Bewegung in AR. +0"216, in δ —1"097 und stimmt also noch nach einem Verlaufe von 30 Jahren vorzüglich genau. In *Mädler's Catalog* der *Bradley'schen* Sterne ist die eigene Bewegung zu +0"197 und —1"090 angegeben. Der Ort für 1859,08 wird nach *Mädler*, wenn man nach der von ihm gegebenen Correctionstafel der Cataloge die Reduction von +0"02 und +0"8 anbringt, um die Oerter auf *Argelander's Catalog* zu beziehen: 17^h58^m22^s69 +2°32'11"6. Die Uebereinstimmung der Meridianbeobachtungen von p Ophiuchi lässt nichts zu wünschen übrig. Für die eigene Bewegung nehme ich *Mädler's Bestimmung* an, der viel neuere Beobachtungen zu Grunde liegen, als der des *Aboer Catalogs*; combinirt man dieselbe mit der Bewegung von p'' gegen p' , so ergiebt sich für 1859,0

$$\frac{d\alpha}{dt} = +0"174 \quad \frac{d\delta}{dt} = -0"974$$

Ich habe nun noch die eigenen Bewegungen der Sterne a und b aus den vorhandenen drei Bestimmungen abgeleitet. Für *Lalande* nehme ich den wahrscheinlichen Fehler in AR. zu 3"07, in Decl. zu 2"29 an nach der Einleitung der *Positiones mediae*, pag. CLXXXI, für *Bessel* nach der Einleitung zu *Weisse's Catalog* der Königsberger Zonenbeobachtungen zu 2"35 und 1"40 in beiden Coordinaten; der Bestimmung von Prof. *Argelander* gab ich das zehnfache Gewicht einer Beobachtung *Bessels*. Damit erhielt ich:

$$\begin{aligned}
 \text{für } a: \alpha &= 269^\circ 6' 5''1 \pm 0''74 + (0''094 \pm 0''0409)(t-1858,6) \\
 &= b \quad \alpha = 270 \quad 4 \quad 42,4 \pm 0,74 + (0,004 \pm 0,0409)(t-1858,6) \\
 &= a \quad \delta = +2 \quad 30 \quad 57,2 \pm 0,44 + (0,010 \pm 0,0176)(t-1858,6) \\
 &= b \quad \delta = +2 \quad 28 \quad 5,3 \pm 0,44 + (0,120 \pm 0,0276)(t-1858,6)
 \end{aligned}$$

Wollte ich diese Werthe der eigenen Bewegungen mit der Bewegung von p'' combiniren, so würde ich die jährlichen Aenderungen der Entfernungen enthalten:

$$\begin{aligned}
 \frac{da}{dt} &= +0''0395 = +0^R00076 & \frac{d(a+b)}{dt} &= -0^R00532 \\
 \frac{db}{dt} &= -0,3151 = -0,00608 & \frac{d(a-b)}{dt} &= +0,00684
 \end{aligned}$$

Die wahrscheinlichen Fehler der Aenderung der Summen und Differenzen müssen wenigstens $\pm 0^R0028$ betragen; genau lassen sie sich ohne weitläufige Rechnung nicht angeben, da ich die Bewegung von p Ophiuchi nicht näher untersucht habe.

Wie unsicher die aus den Meridianbeobachtungen abgeleitete Bewegung der Vergleichsterne ist, zeigt sich, wenn wir bedenken, dass ein Fehler von $0''5$ in Zeit bei *Lalande* die auffallende Bewegung des Sterns a in gerader Aufsteigung auf Null reducirt. Fassen wir die Beobachtung von *Lalande* und *Bessel* nur als Differenzbeobachtung gegen p Ophiuchi auf, der in den betreffenden Zonen ebenfalls vorkommt, so erhält man folgende Positionen:

	a		b	
Lal.	$17^h 56^m 25^s 07$	$+2^\circ 31' 2''5$	$18^h 0^m 18^s 93$	$+2^\circ 28' 3''0$
B.	24,07	30 56,1	18,76	28 0,5
Arg.	24,33	30 57,2	18,82	28 5,3

7.

Die Elimination in § 5 ergab $\frac{d(a+b)}{dt} = -0^R0109 = -0''565$. Es lässt sich kaum annehmen, dass in Wirklichkeit eine so starke Aenderung Statt finde, da von diesen $0''565$ nur $0''178$ durch die Bewegung von p'' bewirkt werden; der Rest, $0''387$, müsste durch Bewegungen der Vergleichsterne erklärt werden. Wir werden also darauf hingeführt zu prüfen, ob sich irgend eine störende Ursache auffinden lässt, welche bewirken kann, dass in diesem Jahre die Summe der Entfernungen um $0''4$ bis $0''5$, d. h. etwa um ihren 8000sten Theil, kleiner beobachtet wurde, als in dem

vorigen. Es lassen sich vier Ursachen aufstellen, welche eine Aenderung des Winkelwerthes der Schraube hervorbringen können, nämlich 1) der Einfluss der Schwere des Objectivschiebers, 2) veränderliche Spannung der Feder, welche die Schraube gegen ihren Fusspunkt drückt, 3) veränderliche Reibung, 4) verschiedenartige Temperatur von Objectiv und Schraube.

Die Schwere des Objectivschiebers kann bewirken, dass je nach der Neigung der Schraubenaxe gegen den Horizont dieselbe mehr oder weniger zusammengedrückt wird. Nennen wir den Winkel, den dieselbe mit dem Horizont bildet, h , positiv genommen, wenn die Drehung der Schwere entgegen wirkt, so wird der Angularwerth der Schraube um eine Grösse von der Form $\mu \sin h$ verkleinert. Ich habe diesen Coefficienten μ nicht in die Rechnung eingeführt, weil ich überzeugt war, dass bei den geringen Aenderungen von h , die meine Beobachtungen darbieten, sich nichts Sicheres für dessen Erkennung würde ableiten lassen. Die Einrichtung des Heliometers bietet indessen Mittel dar, durch directe Versuche die Compression der Schraube durch das von ihr bewegte Gewicht zu prüfen. Man kann nämlich bei verschiedenen Lagen des Objectivs direct die Länge der Schraube mit der Scala vergleichen, welche man durch das Hülfsmikroskop beobachtet. Die Scala ist auf der sehr starken Messingleiste, welche den Objectivschlitten in seiner Bahn hält, in Silber eingravirt; es lässt sich von ihr nicht annehmen, dass sie bei verschiedenen Lagen gegen den Horizont verschiedene Länge habe. Bei dem ersten Versuche, den ich anstellte, 1859 März 29, wurde die Entfernung von 120 Theilen der Scala zwischen 0^R15 und 120^R15 der Schraube gemessen. Es ergab sich dieselbe

	K rechts	links	oben	unten
1)	119 ^R 9986	119 ^R 9952	119 ^R 9878	119 ^R 9948
2)	119,9963	119,9947	119,9903	119,9909
	119,9975	119,9950	119,9890	119,9928

32 Messungen, Therm. $+6^\circ 6$.

Mit K rechts bezeichne ich, dass der Kopf der Schraube rechts, die Schraube also horizontal lag. u. s. w. Die Beobachtungen wurden so angeordnet, dass sich etwaige Aenderungen während derselben möglichst eliminirten, und zugleich in möglichst kurzer Zeit vollendet, soweit nicht die Genauigkeit der Einstellung dadurch beeinträchtigt wurde. Wäre nun eine Zusammendrückung durch die Schwere vorhanden, so müsste die Bestimmung bei K oben einen grössern Werth ergeben, als K unten, weil die Schraube ausser der Reibung noch das Gewicht der Objectivhälfte zu überwinden

hat, während bei K unten die Reibung dieselbe bleibt, das Gewicht des Objectivs aber in dem Sinne der Drehung wirkt. Diese Beobachtung giebt eher das Gegentheil einer Compression zu erkennen.

Am 26^{ten} März machte ich einen zweiten Versuch. Es wurde die Entfernung der Striche 10 bis 110 gemessen, da es mir besser schien, nicht die äussersten Theile der Schraube zur Messung zu benutzen. Das Thermometer zeigte +7°7, das Objectiv war bei vorausgehender Axe nach Norden gerichtet.

Entfernung der Striche 10 und 110				
gemessen zwischen	K links	oben	rechts	unten
9 ^a 01 und 109 ^a 01	100 ^a 0003	99 ^a 9960	99 ^a 9945	99 ^a 9967
9,26 = 109,26	99,9970	99,9986	99,9953	99,9971
9,51 = 109,51	100,0017	99,9935	100,0059	100,0004
9,78 = 109,78	100,0035	99,9984	100,0056	99,9951
Mittel	100,0006	99,9966	100,0003	99,9973 64 Mess.

Ein dritter Versuch, März 29, bei +9°1, Axe v, Obj. Nord, gab:

Entfernung der Striche 10 und 110				
gemessen zwischen	K rechts	oben	links	unten
9 ^a 00 und 109 ^a 00	99 ^a 9998	99 ^a 9984	100 ^a 0001	99 ^a 9976
9,25 = 109,25	99,9989	99,9991	99,9989	99,9976
9,50 = 109,50	100,0067	99,9967	99,9995	100,0002
9,77 = 109,77	100,0005	99,9981	100,0014	99,9972
Mittel	100,0006	99,9981	100,0000	99,9981 64 Mess.

Wenn wir auf die verschiedene Temperatur der beiden letzteren Beobachtungen Rücksicht nehmen, so müssen wir die am 29^{ten} März gemessenen Längen um $-0^R 0012$ vermindern, um sie mit denen vom 26^{ten} März vergleichen zu können, denn soviel bewirkt ungefähr die verschiedene Ausdehnung des Messings und Stahls; die beiden Reihen stimmen dann sehr gut überein und man wird durch Beobachtungen an Sternen nie eine so grosse Genauigkeit erzielen können. Die Zusammendrückung der Schraube muss hier nach gleich Null gesetzt werden. Etwas auffallend kann der Umstand erscheinen, dass die Einstellungen bei horizontaler Lage etwas grössere Werthe ergeben; sollte dieser Umstand reell sein, so muss ich gestehen, dass er mir schwer zu erklären scheinen würde. Ich gehe jetzt zu der Betrachtung des Einflusses der Spannung der Feder über.

Es ist schon oben bemerkt worden, dass die Schraube nahe ihrem Kopfende durch ein starkes elastisches Stück von Stahl gegen ihre Unterlage gedrückt wird. Dies Stück musste mehrere Male während der Beobachtungen abgenommen werden. Es zeigte sich nämlich im Laufe des Septembers 1858, dass sich die Schraube im Laufe einer Umdrehung bald

schwerer bald leichter bewegte. Am 21^{ten} September wurde deshalb die Feder etwas anders gestellt, jedoch ohne ihren Totaldruck zu ändern; dies half jedoch nichts. Am 4^{ten} Oct. suchte ich dem Uebelstande nochmals abzuheffen, aber auch ohne dauernden Erfolg. Am 27^{ten} November endlich nahm ich die Schraube II ganz heraus, um die Ursache der ungleichmässigen Drehung aufzusuchen. Es zeigte sich deutlich, dass dieselbe nur in der Uebertragung der Bewegung durch die Triebstange lag und mit dem eigentlich messenden Theile des Apparates nichts zu thun hatte. Es war nämlich an der inneren Fläche des Kronrades, welches sich um die Axe der Schraube dreht, jedoch ohne mit derselben in directem Zusammenhange zu stehen, Oel fest geworden und ebenso zeigte sich auf der Fläche, gegen welche dieses Rad sich reibt, an einer Stelle festes Oel, so dass in dem Augenblicke, wo diese beiden Stellen während der Umdrehung bei einander vorbeigingen, die Bewegung gehemmt wurde. Dass dieser Umstand die Messungen beeinflusst haben könne, ist nicht anzunehmen; die ganze Einrichtung der Umsetzung der Bewegungen ist so beschaffen, dass eine Wirkung auf die Schraube nicht möglich ist. Bei dem Zerlegen der Theile

zeigte sich, dass die Schraube sehr lose in dem zugehörigen Muttergewinde ging; ich habe deshalb das letztere später, 1859 April 23, etwas fester angezogen. Bei dem Zusammensetzen der Theile gab ich natürlich darauf Acht, den frühern Zustand der Spannung der Feder wieder herzustellen. Um jedoch durch directe Versuche den Einfluss einer veränderten Stellung derselben zu prüfen, habe ich 1859 Juli 8 mit der Schraube I, welche für die Beobachtungen nicht angewendet wird, die Entfernung der Striche 10 und 110 der Scala I gemessen, indem die Feder abwechselnd ganz gelöst und sehr stark angespannt wurde, und zwar so stark, wie es bei Beobachtungen nie vorkommen kann, da die Drehung der Schraube nur noch sehr schwer vor sich ging. Das Resultat für die Entfernung der Striche 10 und 110 war

1) wenn die Feder ganz lose war:

zwischen 10 ^h 75 und 110 ^h 77	100 ^h 0146
10,98 110,99	100,0123
11,23 111,25	100,0132
11,48 111,50	100,0149
Mittel 100,01375 (32 Einstell.)	

2) wenn die Feder ganz fest war:

zwischen 10 ^h 74 und 110 ^h 76	100 ^h 0174
10,99 111,01	100,0220
11,24 111,26	100,0208
11,49 111,51	100,0199
Mittel 100,02002 (32 Einstell.)	

Es ergibt sich also in der That eine Verkürzung der Schraube um 0^h0063 auf 100 Umdrehungen; die Bedingungen indess, unter denen dieselbe auftritt, sind so extrem, dass wir nur einen kleinen Theil derselben in der Praxis zu befürchten haben, wenn man nämlich annehmen will, dass nach dem

Reinigen der Schraube nicht ganz der frühere Zustand hergestellt worden sei.

Die Veränderlichkeit in der Reibung des Objectivschlittens in seiner Bahn wird jedenfalls eine einfache Function der Temperatur sein, wenn sie überhaupt einen merklichen Einfluss auf die Länge der Schraube zu äussern im Stande ist; sie wird sich also in ihrer Wirkung nicht von dem Thermometercoefficienten trennen lassen.

Es bleibt nun noch die verschiedene Temperatur von Objectiv und Schraube zu betrachten übrig. Wenngleich auf die Auskühlung des Beobachtungsraumes grosse Sorgfalt verwendet worden ist, so war es doch nicht möglich, dieselbe vollständig zu erreichen. Es hat sich bei meinen Beobachtungen gezeigt, dass die Unterschiede in der Angabe des Thermometers am Instrumente und der des freien Thermometers am Ostsaale der Sternwarte zwischen +5^o6 und +0^o5 schwanken. Bei den Morgenbeobachtungen sind dieselben am geringsten. Es scheint mir wohl möglich, dass die in diesem Jahre im Juni und Anfang Juli bei hohen Temperaturen gemessenen Distanzen einen andern Einfluss durch die Wärme erfahren haben, als im vorigen Jahre im August und September, und so scheinbar eine eigene Bewegung der Sterne ergeben, die gar nicht reell zu sein braucht. Jedenfalls scheint es mir vorläufig am gerathensten abzuwarten, was die weitere Verfolgung der Beobachtungen ergibt: das bisherige Material ist noch nicht umfassend genug, um Aufschluss über so delicate Punkte zu gewähren. Das Eine muss ich jedoch nochmals ganz besonders hervorheben, dass der Unterschied zweier nahe gleichen Entfernungen als vollständig frei von allen noch etwa unbekannten Fehlerursachen anzusehen ist. Ich stelle hier noch die übrige bleibenden Fehler, multiplicirt mit $\sqrt{p}$, zusammen, erstlich nach dem Argumente Stundenwinkel geordnet, zweitens nach dem Argumente: Inneres Thermometer — äusseres.

Axe <i>f</i>							
21 ^h —22 ^h		22 ^h	23 ^h	23 ^h —0 ^h		0 ^h —1 ^h	
N ^o 43	—0''50	N ^o 49	+0''01	N ^o 11	—0''18	N ^o 28	+0''05
44	—0,33	50	—0,98	16	—0,87	29	—0,46
22 ^h —23 ^h		52	—0,08	17	—0,56	1 ^h —2 ^h	
1	+0''47	54	—0,49	18	—0,39	33	+0''80
3	+0,08	56	—0,46	20	+0,37	34	—0,13
4	+0,34	58	—0,39	51	—0,08	35	—0,18
6	+0,52	61	—0,32	67	+0,13	36	+0,61
9	—0,03	68	+0,17	74	+0,21		
10	—0,29	71	+0,64	75	+0,75		
45	+0,08	72	+0,22				
46	+0,28	76	—0,24				
47	+0,56	78	+0,02				

Axe v					
22 ^h —23 ^h		0 ^h —1 ^h	1 ^h —2 ^h	2 ^h —3 ^h	
N ^o 62	+0''12	N ^o 7	+0''02	N ^o 2	+0''26
63	—0,07	23	—0,05	12	+0,24
23 ^h —0 ^h		27	+0,28	15	+0,28
22	—0''23	30	—0,20	37	—0,18
79	—0,11	32	+0,17	38	+0,03
		65	+0,42	73	+0,24
		66	+0,48	77	—0,13
		69	+0,01		
		70	—0,38		

Inneres Thermometer — äusseres.

0°—1°	2°—3°	3°—4°	3°—4°	4°—5°
N ^o 44 —0''33	N ^o 3 +0''08	N ^o 1 +0''47	N ^o 35 —0''18	N ^o 49 +0''01
45 +0,08	10 —0,29	2 +0,36	36 +0,61	56 —0,46
1°—2°		4 +0,34	38 +0,53	62 +0,12
7 +0''01	20 +0,37	6 +0,52	54 —0,49	63 —0,07
11 —0,18	27 +0,28	8 +0,02	61 —0,32	72 +0,22
43 —0,50	34 —0,13	9 —0,03	76 —0,24	75 +0,75
46 +0,28	37 —0,18	12 +0,24	77 —0,13	78 +0,02
50 —0,98	47 +0,56	13 +0,05	4''—5°	79 —0,11
51 —0,08	52 —0,08	17 —0,56	16 —0''87	5''—6°
58 —0,39	67 +0,13	22 —0,23	26 —0,68	18 —0''39
65 +0,42	68 +0,17	23 —0,05	29 —0,46	33 +0,80
66 +0,48		28 +0,05	30 —0,20	40 —0,11
70 —0,38		32 +0,17	41 +0,17	69 +0,01
				71 —0,38
				74 +0,21

Die Beobachtung N^o 73 fehlt in dieser Zusammenstellung, da für dieselbe eine genaue Angabe der äussern Temperatur mangelt.

8.

Ich kann jetzt zur Ableitung der Parallaxe aus den beobachteten Differenzen der Entfernungen übergehen. Was die Gewichte betrifft, so werde ich dieselben nach § 4 annehmen, wie sie aus den Schätzungsfehlern hervorgingen. Wenn dieselben für die absoluten Entfernungen sich als nicht richtig herausstellten, so müssen sie hier doch nahe der Wahrheit entsprechen, da der Einfluss unbekannter Fehlerquellen beinahe ganz fortfällt. Es war nach § 4

für Luft	1 u. 1—2	p = 1,0
	2 u. 2—3	0,8
	3	0,6
	3—4	0,5
	4	0,4

Mittlerer Fehler von ($\alpha - b$) = $\pm 0^{\text{m}}001827$

Axe f:	21 ^h 2	—0 ^m 0033	Gewicht 1,0
	22,5	+0,0004	14,8
	23,4	+0,0015	7,7
	0,6	+0,0022	1,4
	1,2	—0,0030	2,8

Die nur einseitig beobachteten Differenzen ($\alpha - b$), deren eine beträchtliche Anzahl vorhanden ist, erfordern noch eine besondere Betrachtung. Bei der Vergleichung der aus jeder vollständigen Beobachtung sich ergebenden Werthe für den Coincidenzpunkt der beiden Objectivhälften, d. h. für die halbe Summe der Ablesungen in beiden Lagen der Hälfte II. zeigt sich nämlich ein wesentlicher Unterschied zwischen den Resultaten aus α und b . Wenn ich alle Beobachtungen nach Lage der Axe und Stundenwinkel gruppire, so erhalte ich folgende Mittelwerthe mit Rücksicht auf die eben angeführten Gewichte für: Coincidenzpunkt aus α — Coincidenzpunkt aus b .

Axe v:	22 ^h 7	+0 ^m 0033	Gewicht 1,8
	23,6	+0,0003	1,8
	0,5	+0,0031	7,5
	1,6	+0,0022	4,5
	2,4	+0,0048	3,6

Diese deutlich ausgeprägten Unterschiede hängen offenbar von dem Einfluss der Schwere auf die Befestigung der

Objective an dem drehbaren Theile des Apparates, der dieselben trägt, zusammen; sie müssten Null sein, wenn die

Positionswinkel beider Sterne gleich wären. Sie haben auf eine vollständige Messung der Entfernungen keinen Einfluss, dagegen aber auf die nur in einer Lage der Hälfte II. beobachteten $(a-b)$. Ohne mich näher darauf einzulassen, wie dieselben entstehen mögen, was zu nichts führen kann, setze ich dieselben

$$\text{bei Axe } f = x + z T$$

$$\text{bei Axe } v = y + z T,$$

wo T den Stundenwinkel bezeichnet, und erhalte nach der Methode der kleinsten Quadrate aus den 10 Bedingungen gleichungen:

$$x = +0^R 00193 \text{ M. F. } \pm 0^R 00053$$

$$y = +0,00230 \quad \pm 0,00057$$

$$z = +0,00079 \quad \pm 0,00033$$

M. F. einer Gleichung mit dem Gewichte 1 = $\pm 0^R 002195$

Dieser mittlere Fehler ist allerdings etwas grösser, als der in § 4 gefundene, indess stimmt er doch nahe genug mit demselben, um die Formel, die hier zu Grunde gelegt ist, als berechtigt hinzustellen, um so mehr, als aus der Behandlung aller $(a-b)$ nahe derselbe mittlere Fehler folgt.

Die Wirkung dieses Unterschiedes der Coincidenzpunkte ist nun so beschaffen, dass eine bei 26^R gemessene Differenz folgende Correction erhält:

Axe f	22	$+0^R 00035$	Axe v	22	$+0^R 00072$
	23	0,00114		23	0,00151
	0	0,00193		0	0,00230
	1	0,00272		1	0,00309
	2	0,00351		2	0,00388

die bei 94^R gemessenen $(a-b)$ erhalten diese Correction mit entgegengesetztem Zeichen.

Man kann aus dieser Untersuchung noch den Schluss ziehen: „Dass die Verdeckung der ausserhalb der Helio-„meteraxe stehenden Objectivhälfte durch das Drathgitter „keinen merkbaren Einfluss auf die Messung der Entfernung „ausübt;“ sonst müssten die Werthe x und y wesentlich verschieden sich ergeben.

$$\text{ebenso} \quad d(a-b) = -2 \pi R \sin \frac{1}{2} (P-P') [\cos (\odot - \lambda) \sin \beta \sin \frac{1}{2} (P+P') + \sin (\odot - \lambda) \cos \frac{1}{2} (P+P')] \\ d(a+b) = +2 \pi R \cos \frac{1}{2} (P-P') [\cos (\odot - \lambda) \sin \beta \cos \frac{1}{2} (P+P') - \sin (\odot - \lambda) \sin \frac{1}{2} (P+P')]$$

Diese Formeln lassen sich auf gewöhnliche Manier in ein Glied zusammenziehen. In unserm Falle wird;

In der nachfolgenden Tabelle ist Alles zusammengestellt, was sich auf die Berechnung der $(a-b)$ bezieht. Die Columnne Reduction enthält folgende Grössen:

$$-0^R 0000186 \tau + 0^R 0085 (1859-t) + \text{Correction der einseitigen Bestimmungen.}$$

Der Wärmecoefficient beruht auf Dr. *Winnecke's* Bestimmung, die ich vorläufig der oben besprochenen Schwierigkeiten halber vorziehe; die jährliche Aenderung $+0,0085$ beruht auf der Annahme, dass die Vergleichsterne sich nicht bewegen; die Columnne $(a-b)$ red. enthält also die auf 1859,0 und 0° reducirten Beobachtungen; n ist = $0^R 6000 - (a-b)$ red. gesetzt und Zehntausendstel Umdrehungen angegeben, ferner ist $b = (1859-t)$, c der Coefficient des Einflusses der Parallaxe auf $(a-b)$; die letzte Spalte giebt die übrigbleibenden Fehler, mit $\sqrt{p}$ multiplicirt, in Secunden an. Die Form der Bedingungsleichungen wird:

$$0 = n + x + b y + c z,$$

so dass ein negatives y die angenommene positive Aenderung $+0^R 0085$ vergrössert.

Die parallactischen Coefficienten habe ich nicht nach der gewöhnlichen Formel, die auf die Rectascensionen und Declinationen gegründet ist, berechnet. Ich finde es übersichtlicher, auf die Länge und Breite überzugehen. Bezeichnet man mit P den Positionswinkel, von dem Breitenkreise aus gerechnet, so dass

$$P = p + \text{Arc.} \left(\sin = \frac{\cos \alpha \sin \epsilon}{\cos \beta} \right)$$

ferner mit $\odot$ und R die Coordinaten der Sonne, mit λ und β die von p Ophiuchi, so wird:

$$\sin \beta \cdot \cos P = m \cos M \\ \sin P = m \sin M$$

$$ds = \pi R m \cos (\odot - \lambda + M)$$

Für den Einfluss der Parallaxe auf die Differenz zweier Sterne, denen die Positionswinkel P und P' , von dem Hauptsterne aus gerechnet, zugehören, erhält man:

$$d(a-b) = +1,990 \pi R \cos (\odot + 1^\circ 37') \\ d(a+b) = +0,080 \pi R \sin (\odot + 6^\circ 5')$$

Beobachtungen im Jahre 1858:

<u>Nr.</u>	<u>Zeit</u>	<u>Axe</u>	<u>(a-b) beob.</u>	<u>Red.</u>	<u>(a-b) red.</u>	<u>Gew.</u>	<u>n</u>	<u>log b</u>	<u>log c</u>	<u>v^u √p</u>
1	Juni 28	f	0 ⁿ 5964	+41	0 ⁿ 6005	0,4	— 5	9,7059	9,4681 _n	— 0 ^u 057
2	29	v	5966	41	6007	0,6	— 7	9,7033	9,5153 _n	— 0,083
3	Juli 1	f	5942	40	5982	0,5	+18	9,6990	9,5944 _n	+0,005
4	2	f	5956	40	5996	0,8	+ 4	9,9972	9,6292 _n	— 0,062
5	3	f	5925	33	5958	0,25	+42	9,6946	9,6620 _n	+0,067
6	4	f	5927	39	5966	0,6	+34	9,6920	9,6918 _n	+0,062
7	8	v	5925	38	5963	1,0	+37	9,6821	9,7933 _n	+0,062
8	14	v	5999	37	5936	1,0	+64	9,6675	9,9087 _n	+0,191
9	17	f	5901	35	5936	0,8	+64	9,6590	9,9549 _n	+0,151
10	18	f	5964	35	5999	0,6	+ 1	9,6561	9,9690 _n	— 0,119
11	20	f	5869	35	5904	0,5	+96	9,6522	9,9950 _n	+0,233
12	22	v	5895	35	5930	0,4	+70	9,6464	0,0204 _n	+0,119
13	26	v	5912	34	5946	0,4	+54	9,6355	0,0646 _n	+0,052
14	29	v	5865	61	5926	0,3	+74	9,6274	0,0940 _n	+0,099
15	Aug. 1	v	5895	33	5928	0,5	+72	9,6191	0,1202 _n	+0,109
16	2	f	5930	32	5962	1,0	+38	9,6160	0,1284 _n	— 0,021
17	3	f	5914	32	5946	0,6	+54	9,6128	0,1364 _n	+0,052
18	4	f	5046	31	5977	1,0	+23	9,6096	0,1441 _n	— 0,104
19	6	v	5896	72	5968	0,5	+32	9,6042	0,1587 _n	— 0,047
20	7	f	5934	31	5965	1,0	+35	9,6010	0,1656 _n	— 0,052
21	10	v	5848	+ 3	5851	0,2	+149	9,5922	0,1847 _n	+0,238
22	12	v	5892	+29	5921	1,0	+79	9,5866	0,1970 _n	+0,160
23	13	v	5951	+29	5980	1,0	+20	9,5832	0,2027 _n	— 0,145
24	21	v	5933	+51	5984	0,3	+16	9,5575	0,2410 _n	— 0,104
25	Sept. 1	v	5947	— 2	5939	0,3	+61	9,5172	0,2772 _n	+0,015
26	9	v	5975	+24	5999	0,6	+ 1	9,4886	0,2926 _n	— 0,228
27	10	v	5916	23	5939	0,8	+61	9,4857	0,2940 _n	+0,015
28	11	f	5962	22	5984	0,6	+16	9,4814	0,2952 _n	— 0,176
29	12	f	5925	22	5947	0,8	+53	9,4771	0,2963 _n	— 0,021
30	16	v	5917	21	5938	0,8	+62	9,4609	0,2993 _n	+0,021
31	19	v	5905	57	5962	0,3	+38	9,4487	0,3002 _n	— 0,057
32	21	v	5943	20	5963	0,6	+37	9,4409	0,3002 _n	— 0,083
33	26	f	5931	19	5950	0,8	+50	9,4183	0,2980 _n	— 0,031
34	29	f	5940	19	5959	0,8	+41	9,4048	0,2951 _n	— 0,067
35	Oct. 4	f	5927	17	5944	0,6	+56	9,3802	0,2878 _n	+0,005
36	6	f	5903	18	5921	0,6	+79	9,3692	0,2838 _n	+0,099
37	10	v	5944	17	5961	0,6	+39	9,3502	0,2743 _n	+0,062
38	15	v	5988	15	6003	0,8	— 3	9,3222	0,2590 _n	+0,048
39	26	v	5921	51	5972	0,3	+28	9,2553	0,2112 _n	— 0,047
40	30	v	5909	13	5922	0,8	+78	9,2303	0,1883 _n	+0,170
41	31	v	5956	13	5969	0,8	+31	9,2227	0,1820 _n	— 0,041
42	Nov. 4	v	5940	58	5998	0,25	+ 2	9,1903	0,1547 _n	— 0,093

Beobachtungen im Jahre 1859:

43	Fehr. 21	f	0 ⁿ 6026	—12	0 ⁿ 6014	0,6	— 14	9,1492 _n	0,2502	+0 ^u 217
44	März 10	f	6082	17	6065	0,4	— 65	9,2810 _n	0,2915	+0,031
45	14	f	6138	19	6119	0,8	—119	9,3032 _n	0,2954	— 0,202
46	17	f	6089	19	6070	0,5	— 70	9,3222 _n	0,2969	+0,021
47	18	f	6135	19	6116	1,0	—116	9,3263 _n	0,2973	— 0,207
48	19	f	6047	34	6013	0,5	— 13	9,3324 _n	0,2973	+0,233
49	20	f	6072	19	6053	0,6	— 53	9,3385 _n	0,2972	+0,099
50	27	f	6084	21	6063	0,6	— 63	9,3747 _n	0,2936	+0,057
51	27	f	6124	21	6103	0,6	—103	9,3747 _n	0,2936	— 0,104
52	April 4	f	6094	24	6070	1,0	— 70	9,4116 _n	0,2815	+0,026

M	Zeit	Axe	$(a-b)$ beob.	Red.	$(a-b)$ red.	Gew.	n	$\log b$	$\log c$	$v'' \sqrt{p}$
53	April 4	f	0 ^a 6110	-10	0 ^a 6100	0, 4	-100	9,4116 _n	0,2815	-0 ^{''} 083
54	6	f	6079	24	6055	0, 5	-55	9,4232 _n	0,2771	+0,073
55	11	f	6110	25	6085	0, 8	-85	9,4425 _n	0,2636	-0,057
58	27	f	6101	29	6072	0, 5	-72	9,5065 _n	0,1940	-0,015
59	29	f	6120	22	6098	0,25	-98	9,5145 _n	0,1820	-0,088
61	Mai 5	f	6090	31	6059	0, 8	-59	9,5353 _n	0,1405	+0,015
62	6	v	6087	31	6056	1, 0	-56	9,5403 _n	0,1328	+0,031
63	7	v	6090	32	6058	0, 8	-58	9,5428 _n	0,1247	+0,010
64	11	v	6067	16	6051	0,25	-61	9,5527 _n	0,0897	+0,015
65	12	v	6125	33	6092	1, 0	-92	9,5599 _n	0,0802	-0,186
66	21	v	6127	35	6092	1,0	-92	9,5877 _n	9,9768	-0,207
67	30	f	6084	38	6046	0,6	-46	9,6149 _n	9,8267	-0,021
68	Juni 5	f	6066	39	6027	0,8	-27	9,6325 _n	9,6793	+0,047
69	8	v	6059	41	6018	0,6	-18	9,6406 _n	9,5782	+0,062
70	22	v	6026	48	5983	0,8	+17	9,6758 _n	8,9542 _n	+0,176
71	24	f	6083	44	6039	0,8	-39	9,6812 _n	9,1974 _n	-0,099
72	25	f	6055	44	6006	0,8	-6	9,6848 _n	9,2810 _n	+0,010
73	25	v	6074	44	6030	0,6	-30	9,6848 _n	9,2810 _n	-0,052
74	27	f	6037	45	5992	0,8	+8	9,6893 _n	9,4120 _n	+0,114
75	28	f	6051	46	6015	0,8	-15	9,6920 _n	9,4646 _n	0,000
76	Juli 2	f	6042	46	5996	0,8	+4	9,7007 _n	9,6269	+0,067
77	2	v	6067	46	6021	1,0	-21	9,7007 _n	9,6269	-0,047
78	5	f	6036	47	5989	0,8	+11	9,7084 _n	9,7167	+0,098
79	6	v	6060	47	6013	0,8	-13	9,7101 _n	9,7429	-0,024
80	15	f	6023	40	5983	0,4	+16	9,7316 _n	9,9227	+0,057
81	18	f	6058	50	6008	0,8	-8	9,7380 _n	9,9676	-0,052
82	20	f	6014	51	5963	1,0	+37	9,7419 _n	9,9945	+0,170

Um eine vielleicht später einmal nothwendig werdende Verbesserung der Gewichte bequem anbringen zu können, habe ich die Bedingungsgleichungen nach ihren Gewichten gruppiert und für jede Classe die Coefficienten der Normalgleichungen aufgesucht. Sie ergeben sich:

Gewicht	(nn)	(an)	(aa)	(bn)	(ba)	(bb)	(cn)	(ca)	(cb)	(cc)
1	55762	-116,0	14,0	+246,6	+0,313	2,310	-1033,6	-2,808	-5,031	24,880
0,8	45925	+33,6	19,2	+199,5	-2,543	2,994	-1036,8	-10,015	-3,688	33,273
0,6	22541	-10,2	10,2	+111,6	+0,767	1,242	-611,1	-3,743	-3,866	24,757
0,5	14513	+4,0	4,0	+75,9	+0,378	0,525	-312,2	+1,638	-1,807	9,415
0,4	8942	-11,6	2,4	+32,3	+0,158	0,414	-186,9	+0,212	-0,612	4,285
0,3	3504	+65,1	1,5	+21,9	+0,472	0,159	-107,0	-2,550	-0,790	4,438
0,25	3493	-26,2	1,0	+17,8	-0,008	0,126	-58,5	+0,216	-0,346	1,518
0,2	4440	+29,8	0,2	+11,7	+0,078	0,031	-45,6	-0,306	-0,120	0,469
Summa	159120	-31,5	52,5	+716,4	-0,385	7,801	-3391,7	-17,356	-16,260	103,035

Die Auflösung der Normalgleichungen liefert folgende Werthe:

$$\begin{aligned} x &= +0^{\circ}00104 & \text{MF. } \pm 0^{\circ}000315 \\ y &= -0,00284 & \pm 0,000971 \\ z &= +0,003018 & \pm 0,000275 \end{aligned}$$

Mittlerer Fehler einer Beobachtung mit dem Gewichte 1 = $\pm 0^{\circ}002179$; also wird:

$$(a-b) \text{ beob.} = 0^{\circ}6010 + 0^{\circ}01134 (t-1859) + 0^{\circ}0000185 \tau + 0^{\circ}006006 R \cos (\odot + 1^{\circ}37')$$

Die Parallaxe in Sekunden ausgedrückt beträgt:

$$+ 0^{\circ}156 \quad \text{Wahrscheinlicher Fehler } 0^{\circ}0096 \pm 0^{\circ}00051$$

Der wahrscheinliche Fehler einer Beobachtung $(a-b) = \pm 0^{\circ}0762$

Die Quadratsumme der übrigbleibenden Fehler stimmt genau mit der aus den Normalgleichungen folgenden. In der Gleichung 72 fand sich indess bei der Substitution der gefundenen Werthe ein kleiner Fehler vor, der trotz der angewandten Prüfungen in n stehen geblieben war. Es war näm-

lich $n = -16$ statt $= -6$ in die Rechnung eingegangen; der Fehler beträgt nur 0"052, ich behalte mir vor, ihn bei einer spätern Gelegenheit zu verbessern. Die Zusammenstellung der Grösse der Fehler nach der Häufigkeit ihres Vorkommens zeigt Folgendes:

Zwischen	0"000 und 0"019	sollen fallen	10,6 Fehler, es fallen wirklich	10
	0,020	0,038	10,3	10
	0,039	0,057	9,7	15
	0,058	0,076	8,9	9
	0,077	0,114	14,9	15
	0,115	0,152	10,6	4
	0,153	0,229	10,6	12
	0,230	0,305	2,8	4
	0,306	∞	0,6	0
Summa			79	79

Der wahrscheinliche Fehler einer Beobachtung 0"076 $\pm$ 0"0040 ist nur wenig von dem aus dem Schätzungsfehler abgeleiteten verschieden, welcher nach § 4 = $\pm$ 0"064 war; der wahrscheinliche Fehler dieser letzten Grösse beträgt $\pm$ 0"0088.

9.

Es bleibt nun noch übrig, von der gefundenen relativen Parallaxe auf die absolute überzugehen. Ich halte mich hierbei ganz an das, was Prof. *Peters* in seinen *Recherches sur les parallaxes des étoiles fixes* und neuerdings in den *Astronomischen Nachrichten* № 865 bekannt gemacht hat. Die Parallaxe eines Sterns 7ter Grösse nach *Bessel's* Schätzung wird demnach 0"017 $\pm$ 0"007, die eines Sterns 8.9ter Grösse 0"008 $\pm$ 0"004. Wir erhalten damit die Parallaxe von ρ Ophiuchi

$$+0"169 \pm 0"0103$$

Die Verbindung derselben mit den Elementen der Bahn nach Herrn Dr. *Klinkerfues* in № 1135 der *Astronomischen Nach-*

richten ergibt, wenn man nach *Bessel's* Beobachtungen die grosse Axe annimmt:

die Masse des Systems =	2,74 Sonnenmassen
die grosse Axe =	29,34
die Entfernung =	1220000 = 19½ Jahre Licht-

zeit, die Aberrationsconstante nach *Struve* zu 20"4451 angenommen.

Wir haben hier also den ersten Fall einer Masse eines Doppelsternsystems, welche die der Sonne beträchtlich übertrifft; bei 61 Cygni, α Centauri und Polaris hat sich dieselbe kleiner herausgestellt.

Bonn. im August 1859.

A. Krüger.

Schreiben des Herrn *Secchi*, Directors der Sternwarte des Collegio Romano, an den Herausgeber.

Nous avons continué les observations des tâches solaires à la recommandation de M. *Carrington*, et nous venons de trouver qu'il y a une relation constante de position entre l'équateur solaire et les facules: celles-ci se montrent toujours en 4 groupes symétriquement disposées sur deux parallèles à l'équateur solaire. Cette disposition constante prouve que les deux zones correspondantes aux régions tropicales terrestres (les zones royales de *Scheiner*) sont dans une agitation énorme, rapport même à l'équateur solaire. Des mouvements remarquables dans les tâches vont ouvrir des vues nouvelles sur la circulation de la matière de la photosphère solaire. Ainsi nous avons vu plusieurs tâches

dans les deux hémisphères fournies d'un mouvement de rotation (de l'Est à l'Ouest par le Sud dans l'hémisphère boréale) accompagné de mouvement de translation en latitude et en longitude, qui rappellent les tourbillons dans l'atmosphère terrestre. Une description de notre manière d'observation sera insérée dans les mémoires de l'observatoire dans le prochain No. IV.

Maintenant permettez moi, que je vous parle un peu des modifications faites dans la pile de Volta, et du succès que j'ai obtenu: cette exposition ne se trouvera pas hors de propos, car la pile est actuellement un appareil indispensable dans plusieurs observatoires, et elle deviendrait plus