Die ersten Ergebnisse der Beobachtungen mit dem Repsold'schen Heliometer der v. Kuffnerschen Sternwarte. Von *L. de Ball*.

Das Heliometer der v. Kuffnerschen Sternwarte ist gegenwärtig nur durch die von den Herren *Repsold* in Band IV unserer Publikationen gegebene Beschreibung desselben bekannt. Daß aber das schöne Instrument auch in Bezug auf seine Leistungsfähigkeit vollauf den Erwartungen entspricht, zu denen der Name der Künstler, welche es geschaffen haben, die Astronomen berechnete, soll durch die nachfolgende Mitteilung über die Resultate der Bearbeitung einer 7-jährigen, in sich geschlossenen Beobachtungsreihe gezeigt werden.

Bei der Ausführung der Beobachtungen habe ich die Regeln befolgt, welche sich bei den von anderen Heliometerbeobachtern angestellten Untersuchungen als zweckmäßig bewährt haben und heutzutage als allgemein bekannt angesehen werden dürfen. Ich habe aber außer diesen noch eine Regel berücksichtigt, welche erst weiter unten angegeben werden soll und die möglicherweise nicht ohne Bedeutung für die Elimination gewisser systematischer Fehler ist. Was die Reduktion der Beobachtungen betrifft, so ist zunächst einer Vereinfachung des vielfach angewandten Rechnungsverfahrens Erwähnung zu tun. Bisher begann man gewöhnlich damit, die bei den Fokusbestimmungen erhaltenen Ablesungen der Okularskala durch die Formel auszugleichen

$$F = x + y t \quad (1)$$

wo F die der an einem Abende beobachteten Fokalstellung des Fadenkreuzes entsprechende Ablesung der Okularskala, t die zugehörige Temperatur, und x und y zwei zu bestimmende Konstanten bedeuten. Mit Hilfe der wahrscheinlichsten Werte von x und y ließ sich dann eine Tafel berechnen, aus der man für jede beobachtete Temperatur den Wert von F entnehmen konnte. Der für die Temperatur t aus der Tafel entnommene Wert von F möge mit N , und die dieser Ablesung der Okularskala entsprechende Stellung des Okulars als die Normalokularstellung für die Temperatur t bezeichnet werden. Hatte man nun bei der Temperatur t eine Distanz beobachtet, und war die der Stellung des Okulars zur Zeit der Beobachtung entsprechende Ablesung der Okularskala gleich O , so wurde die Distanz zunächst auf die Normalokularstellung reduziert, d. h. es wurde an die gemessene, in Einheiten eines Intervalls der Heliometerskalen ausgedrückte Distanz d eine Korrektur (C) von der Form

$$C = h(d/100)(N - O) \quad (2)$$

angebracht, wo h die für $d = 100$ Intervalle der Heliometerskalen und $N - O = 1$ Intervall der Okularskala gültige Korrektur bedeutet. Diese reduzierten Distanzen bildeten die Grundlagen der weiteren Rechnung.

Das eben skizzierte Verfahren hatte auch ich angewandt, als ich aus meinen Beobachtungen der großen Distanzen im Pol- bzw. Cygnusbogen zunächst nur näherungsweise den Winkelwert eines Intervalls der Heliometerskalen bestimmen wollte. Erst nachdem dieses Ziel erreicht war, kam ich zu der Überzeugung, daß die ganze vorhin erwähnte Rechnung unnötig sei und man besser daran täte, alle Distanzen auf ein und dieselbe Okularstellung zu reduzieren. Den letzteren Weg habe ich bei der definitiven Berechnung meiner Beobachtungen eingeschlagen und damit den großen

Zeitgewinn, den man bei Anwendung des neuen Verfahrens erzielt, aus eigener Erfahrung feststellen können. Die Reduktion auf eine konstante Okularstellung (besser gesagt: auf eine konstante Ablesung der Okularskala) wird namentlich dann sehr einfach, wenn man vor Beginn der Beobachtungen dafür sorgt, daß die Ablesung der Okularskala auf ein der Fokalstellung möglichst nahes volles Zehntel endigt. Bei meinen Beobachtungen z. B. kommen nur die Ablesungen 19.70, 19.80, ..., 20.30, 20.40 vor; reduziert wurden alle gemessenen Distanzen auf die Ablesung 20.00. Diese Arbeit war in wenigen Minuten erledigt.

Um die Reduktion der gemessenen Distanzen auf die Ablesung 20.00 der Okularskala ausführen zu können, war die Bestimmung der in (2) mit h bezeichneten Konstante erforderlich. Hierzu dienten die an demselben Abende bei 2 oder 3 verschiedenen Ablesungen der Okularskala angestellten Messungen der Distanz der Endsterne (α und ϵ) des aus dem *Auwersschen* Bericht über die Venusdurchgänge bekannten Polbogens. Die Orte dieser Sterne sind:

	α (1900)	ϵ (1900)
α	11 ^h 2 ^m 5	+86° 11'
ϵ	12 59.7	+86 25

Daß, nachdem die Distanz beispielsweise für die Ablesungen 19.40, 20.00, 20.40 der Okularskala gemessen war, die Messungen in der umgekehrten Reihenfolge wiederholt wurden, ist eigentlich selbstverständlich, möge aber doch noch ausdrücklich erwähnt werden. Zur Ausgleichung der an einem Abende bei verschiedenen Okularstellungen erhaltenen Werte der Distanz wurde die Formel angewandt

$$d = d_0 + h(d/100)(O - O_0)$$

wo d die der Ablesung O der Okularskala entsprechende gemessene Distanz, und d_0 die für eine fest angenommene Ablesung O_0 gültige Distanz bedeutet. Die aus diesen Gleichungen sich ergebenden Werte von d_0 sind für das Folgende ohne Interesse. Es genügt somit, hierunter nur die für h gefundenen Werte, ausgedrückt in Teilen eines Intervalls der Heliometerskalen (1^s), mitzuteilen; dabei bedeutet K die durch das am Objektivkopfe befindliche Thermometer angezeigte Temperatur.

	K	h	Gewicht
1902 Mai 30	+17.2	0.0264	0.125
Juni 2	+22.3	0.0228	0.125
4	+21.0	0.0315	0.50
9	+12.8	0.0300	0.50
Aug. 16	+17.1	0.0280	0.50
Sept. 5	+21.8	0.0304	0.50
1903 Juli 12	+20.6	0.0322	0.50
15	+20.0	0.0300	0.50
1906 Aug. 29	+13.7	0.0307	0.32
31	+17.4	0.0321	0.32
Sept. 1	+18.5	0.0313	0.50
Nov. 15	+1.0	0.0333	0.32
20	+6.2	0.0327	0.32

Hieraus folgt als Mittelwert $h = 0.0306$, m. F. ± 0.0006 . Für die Reduktion der bei der Ablesung O der Okularskala

gemessenen Distanzen (d) auf die Ablesung 20.00 wurde demnach die Formel benutzt

$$d_0 = d + 0.50306 (d/100) (20.00 - O).$$

Nachdem diese Formel gefunden war, konnte die Berechnung aller Beobachtungen der Distanz ae des Polbogens (mit Ausschluß der für die vorige Untersuchung nötigen, in größerer Entfernung vom Fokus angestellten), sowie der Distanzen ad , cf , be des Cygnusbogens in Angriff genommen werden; mit Hilfe der hierbei gewonnenen Resultate und der Formel für d_0 läßt sich später die Reduktion meiner Parallaxenbeobachtungen ausführen. Da es für die folgenden Untersuchungen nötig war, die Örter und Eigenbewegungen der beobachteten Sterne zu kennen, so bemerke ich, daß mir außer den von *Auwers* benutzten Sternpositionen auch noch neuere, in Pulkowo, Greenwich, München, Mt. Hamilton und Washington erhaltene Ortsbestimmungen zu Gebote standen. Eine nähere Mitteilung über die Bearbeitung des ganzen Materials würde viel Raum beanspruchen, und soll deshalb erst gelegentlich der Veröffentlichung der Ergebnisse meiner Heliometerbeobachtungen in den Publikationen unserer Sternwarte erfolgen; hier seien nur noch die genäherten Örter der Sterne des Cygnusbogens angeführt:

	Δ_0	b_1	Gewicht
Polbogen	196.83	+0.0027	85
Cygnus da	186.97	+0.0023	153
» fc	183.34	+0.0023	101
» eb	172.29	+0.0021	123

Wenngleich die Differenz zwischen dem aus den Beobachtungen der Distanz Cygnus da folgenden Werte von c_1 und den drei anderen nicht viel größer ist, als man auf Grund der Gewichte und der unten angeführten mittleren Fehler einer Distanz erwarten kann, so habe ich doch untersuchen wollen, ob sich dieselbe durch eine Parallaxendifferenz der Sterne d und a erklären lassen könne. Bedeutet π die Parallaxe von d , und π_i die Parallaxe von a , denkt man sich ferner π und π_i in Teilen eines Skalenintervalls ausgedrückt, so sind die für b_1 und c_1 erhaltenen Ausdrücke:

$$\begin{aligned} (\text{Cygnus } da) \quad b_1 &= +0.0023 - 0.003 (\pi - \pi_i) \\ c_1 &= -0.00032 + 0.032 (\pi - \pi_i). \end{aligned}$$

Für $\pi - \pi_i = +0.05 = +0.500145$, beispielsweise, würde $c_1 = -0.00027$ folgen, also ein Wert, der besser mit den übrigen zusammenstimmt. Nach den bei der Reduktion anderer Heliometerbeobachtungen (*Peter, Schur*) gemachten Erfahrungen ist es indessen wenig wahrscheinlich, daß es sich im vorliegenden Falle um die Wirkung einer Parallaxendifferenz handelt.

Auf Grund der vorigen Resultate habe ich nun

$$\Delta_0 = \Delta' + 0.0023 (\Delta_0/100) (E - 1904.0) - 0.000205 (\Delta_0/100) K - 0.00019 (\Delta_0/100) (E - 1904.0)^2$$

angenommen und diese Formel dazu benutzt, um aus den für die vier Sternpaare: ae des Polbogens, da , bzw. fc , bzw. eb des Cygnusbogens erhaltenen Δ' die Werte von Δ_0 abzuleiten. Hier ist jetzt noch folgendes zu erwähnen. Bei der Beobachtung habe ich mich eines Okularprismas bedient. Bekanntlich kann man mit Hilfe desselben bewirken,

M. Äq. 1900.

$$\begin{array}{ccccccc} d \ 20^h 45^m 7 + 51^s 32' & f \ 20^h 43^m 5 + 52^s 38' & e \ 20^h 44^m 9 + 52^s 3' & & & & \\ a \ 46.5 + 49 \ 45 & c \ 46.5 + 50 \ 57 & b \ 46.4 + 50 \ 25 & & & & \end{array}$$

Die beobachteten Distanzen wurden nun wegen der Teilungsfehler der Skalen und des Ganges der Schraube korrigiert, außerdem auf die Ablesung 20.00 der Okularskala reduziert, ferner von der Refraktion und Aberration befreit, und endlich mit Hilfe der aus den vorhin erwähnten Sternpositionen abgeleiteten Eigenbewegungen auf die Epoche 1904.0 gebracht; die so erhaltenen Distanzen mögen mit Δ' bezeichnet werden. Mit Rücksicht darauf, daß die frühere vorläufige Bestimmung des Skalenwertes gezeigt hatte, daß letzterer nicht nur von der Temperatur abhängt, sondern sich auch nahezu proportional der Zeit ändert, habe ich den zur Ausgleichung der Δ' dienenden Bedingungsgleichungen die Form gegeben

$$\Delta_0 = \Delta' + b_1 (\Delta_0/100) (E - 1904.0) + c_1 (\Delta_0/100) K + d_1 (\Delta_0/100) (E - 1904.0)^2$$

dabei bedeutet E die Epoche der Beobachtung, und Δ_0 die für die Ablesung des Objektivthermometers $K = 0^\circ$ und die Epoche 1904.0 gültige Distanz. Aus diesen Gleichungen ergaben sich die folgenden Werte der Koeffizienten b_1 , c_1 und d_1 , ausgedrückt in Teilen eines Skalenintervalls:

	c_1	Gewicht	d_1	Gewicht
Polbogen	-0.00020	11973	-0.00027	375
Cygnus da	-0.00032	5548	-0.00034	173
» fc	-0.00020	8003	-0.00016	369
» eb	-0.00017	6721	-0.00004	386

daß das Durchschwingen der Bilder in allen Lagen des Fernrohrs in einer und derselben Richtung erfolgt, und zwar wählt der eine Beobachter die horizontale, der andere die vertikale Richtung. Ich habe beide Richtungen angewandt. Wenn ich also in der einen Lage des Objektivkopfes die Bilder horizontal hatte schwingen lassen, so ließ ich für die Beobachtung in der um 180° gedrehten Lage des Objektivkopfes die Bilder vertikal schwingen. Es blieb demnach zu untersuchen, ob die Schwingungsrichtung einen Einfluß auf die Messungen hatte. Wenn nun V den aus den Messungen bei vertikaler, und H den aus den Messungen bei horizontaler Schwingungsrichtung folgenden Wert von Δ_0 bedeutet, so sind die für die Differenz $V - H$ erhaltenen Mittelwerte:

	$V - H$	m. F.
Polbogen	-0.0028	± 0.0010
Cygnus da	-0.0012	± 0.0012
» fc	-0.0023	± 0.0013
» eb	-0.0025	± 0.0013

Die Existenz eines kleinen systematischen Unterschiedes zwischen den bei vertikaler und horizontaler Schwingungsrichtung gemessenen Distanzen scheint also ziemlich sicher zu sein.

Bildet man für jeden Bogen das Mittel aus allen Δ_0 , so erhält man die hierunter mit M bezeichneten Werte. Zur Seite derselben findet man die aus den angenommenen Sternörtern berechneten, für die Epoche 1904.0 gültigen Distanzen M'' mitgeteilt. Mit Hilfe von M und M'' ergibt sich der in Bogensekunden ausgedrückte Wert eines Skalenintervalls (1^s).

	M	M''	1^S	$M''-D$
Polbogen	196 ^S 8322	6780 ^o .47	34 ^o .4480	-0 ^o .20
Cygnus <i>da</i>	186.9680	6440.97	.4496	+0.11
» <i>fc</i>	183.3436	6315.96	.4487	-0.05
» <i>eb</i>	172.2914	5935.48	.4503	+0.22

Hiernach kann man bis auf weiteres annehmen

$$1^S = 34^{\circ}.449.$$

Die mit Hilfe dieses Wertes und der Werte von M berechneten Distanzen (D) unterscheiden sich von den M'' um die in der letzten Kolumne angeführten Quantitäten.

Es sollen jetzt noch die Differenzen zwischen den für jeden Beobachtungstag erhaltenen Δ_0 und den vorhin mit M

bezeichneten Mittelwerten der Δ_0 angeführt werden. Zur besseren Orientierung des Lesers gebe ich diese Differenzen ($\nu = \Delta_0 - M$) nicht in Teilen eines Skalenintervalls, sondern in Teilen einer Bogensekunde ausgedrückt an. — Am 4. und 5. Januar 1904 wurde der Polbogen jedesmal nur in einer Lage des Objektivkopfes gemessen, doch war diese Lage für den einen Tag die entgegengesetzte wie für den anderen; ferner war die Schwingungsrichtung der Bilder am ersten Tage horizontal, am zweiten vertikal. Mit Rücksicht hierauf habe ich für das Folgende den Mittelwert der beiden Δ_0 benutzt. Eine analoge Bemerkung gilt auch für die am 21. und 22. August 1903 angestellten Beobachtungen der Distanz Cygnus *da*.

Polbogen			Cygnus <i>da</i>			Cygnus <i>fc</i>			Cygnus <i>eb</i>		
	ν			ν			ν			ν	
1902 Mai 30	+0 ^o .02		1901 Okt. 1	+0 ^o .13		1901 Okt. 3	-0 ^o .04		1901 Okt. 3	0 ^o .00	
Juni 2	+0.21			4	+0.08		Nov. 17	+0.06		4	-0.02
Sept. 3	+0.14			Nov. 13	-0.23		1902 Nov. 23	+0.05		Nov. 13	-0.14
	4	-0.02		Dez. 13	+0.08		1903 Jan. 20	+0.02		1902 Nov. 22	-0.06
Nov. 21	-0.13		1902 März 13	-0.19			Aug. 24	-0.12		1903 Aug. 24	-0.09
	23	+0.06		Juni 29	+0.03		Sept. 30	0.00		Okt. 7	+0.10
Dez. 23	+0.17			30	+0.03		Okt. 8	+0.01		1904 Jan. 18	+0.11
1903 Jan. 20	+0.11			Nov. 21	-0.08		1904 Sept. 13	-0.01		Sept. 7	+0.18
Juli 15	-0.12		1903 Aug. 21-22	+0.11			1905 Jan. 2	+0.07		Dez. 27	+0.18
Aug. 21	-0.25		1904 Sept. 13	-0.01			16	+0.01		1905 Jan. 16	-0.16
	22	-0.07	1906 Febr. 17	-0.16			Aug. 10	+0.01		1906 April 4	-0.08
1904 Jan. 4-5	-0.16			April 4	+0.01		Dez. 17	-0.01		Juni 26	+0.05
Juli 8	+0.03			Juni 19	+0.18		1906 Sept. 3	+0.04		Sept. 3	-0.12
	10	+0.33		Juli 5	+0.02		4	+0.03		4	-0.07
	24	+0.11					1907 Jan. 24	-0.05		5	-0.09
Dez. 28	+0.05						27	-0.08		1907 Jan. 22	+0.13
1905 April 8	-0.05									Febr. 12	+0.10
1906 Aug. 29	+0.01										
	31	-0.15									
Sept. 1	-0.12										
	2	-0.10									
Nov. 15	-0.09										
	20	-0.19									
1907 Febr. 5	+0.16										
März 5	+0.20										
	6	-0.14									

Mit Hilfe dieser ν erhält man für den mittleren Fehler (ϵ) eines Δ_0

Polbogen	$\epsilon = \pm 0^{\circ}.146$
Cygnus <i>da</i>	$\epsilon = \pm 0.123$
» <i>fc</i>	$\epsilon = \pm 0.051$
» <i>eb</i>	$\epsilon = \pm 0.113.$

Die überraschend hohe Genauigkeit, welche sich dem vorstehenden zufolge mit unserem Heliometer erreichen läßt, hat sich auch bei einer vorläufigen Reduktion der zur Bestimmung der Parallaxen von drei Sternen angestellten Beobachtungen gezeigt. Bedenkt man nun, daß *Gill* mit dem 7-zölligen Heliometer der Kap-Sternwarte eine beträchtlich größere Genauigkeit seiner Parallaxenbeobachtungen erzielte als mit dem früher von ihm benutzten 4-zölligen, und daß der aus den mit unserem 8-zölligen Heliometer angestellten Messungen der obigen 4 Distanzen im Pol- und Cygnusbogen folgende mittlere Fehler einer Beobachtung wieder merklich kleiner ist, als er sich für gleich große Distanzen bei 6- und

7-zölligen Heliometern ergeben hat, so drängt sich unwillkürlich der Wunsch auf, daß bald ein 9- oder gar 10-zölliges Heliometer konstruiert werden möge. Das Heliometer steht leider in dem üblen Rufe, daß es sehr schwierig zu handhaben sei und ungewöhnliche Anforderungen an den Beobachter stelle; für die modernen Heliometer trifft das aber keineswegs zu. Wer mit einem Refraktor umgehen kann, wird gar keine Schwierigkeiten haben, an einem Heliometer zu beobachten. Hauptbedingung für den Erfolg ist, daß man die Messungen mit der nötigen Ruhe ausführt, also von vornherein auf jede »Fixigkeit« Verzicht leistet.

Wien XVI, 1913 Jan. 11.

L. de Ball.

Allgemeine Schätzungen betreffend den Kometen 1911c (*Brooks*). Von Dr. A. Kaiser in Prag.

(Ergänzung zu Nr. 4623 der A. N.)

1911 Sept. 26. 8¹/₂^h m. Z. Prag. Schweif ist schön ausgebildet und erstreckt sich über ³/₄ Durchmesser des

Kometensuchergesichtsfeldes, also gegen 5°. Er ist gerade und schmal und nach OSO gerichtet. Die Haube reicht über