ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN.

Nr. 4271.

Band 178.

23.

Nachtrag zu der Abhandlung „Der große Sternhaufen im Herkules Messier 13“.

Von H. Ludendorff.

In Nr. 50 der »Publikationen des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam« habe ich die Resultate der Ausmessung zweier photographischer Aufnahmen des Sternhaufens Messier 13 veröffentlicht. Bei der Ableitung der Plattenkonstanten sind damals die im AG-Katalog (Lund) angegebenen Örter von elf symmetrisch um den Sternhaufen herum gelegenen Sternen zur Verwendung gelangt. Es mußte wünschenswert erscheinen, diese Grundlagen für die Reduktion meiner Messungen einer Verbesserung zu unterziehen, und die Möglichkeit hierzu war mir geboten, als auf freundliche Vermittlung von Herrn Dr. Zuhellen in Bonn Herr Prof. Mönnichmeyer die Güte hatte, die Positionen der elf Vergleichsterne am Bonner Meridiankreise neu zu bestimmen. Den genannten Herren möchte ich an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank aussprechen.

Um zu möglichst genauen Positionen zu gelangen, habe ich auch die übrigen vorhandenen Beobachtungen der Sterne herangezogen. Herr Dr. Ristenpart teilte mir freundlichst mit, in welchen Katalogen sie vorkommen, und unterstützte mich mit Ratschlägen bei der Verwertung der Katalogörter. Auch ihm bin ich daher zu Dank verpflichtet.

Die sämtlichen den Katalogen entnommenen Positionen habe ich auf das System des neuen Fundamentalkatalogs reduziert, wobei die Auwersschen Tafeln im Ergänzungsheft Nr. 7 der Astronomischen Nachrichten benutzt wurden. Das in diesen Tafeln steckende, in A. N. 4200 angezeigte Versehen brauchte nur bei den Deklinationen berücksichtigt zu werden, während sein Einfluß auf die Rektaszensionen von verschwindender Kleinheit ist. Für einige von den hier in Betracht kommenden Katalogen sind in Ergänzungsheft Nr. 7 der A. N. keine Korrekturen zur Reduktion auf das System des N. F. K. gegeben. Auch die diesen Katalogen entnommenen Positionen habe ich mich bemüht auf dieses System zu reduzieren, wobei mir hauptsächlich die Abhandlungen von Auwers in A. N. 3195–96, 3927, von Oertel in A. N. 2895 und die Einleitung zu Küstners »Untersuchungen über die

Eigenbewegungen von 335 Sternen« (Veröffentlichungen der Kgl. Sternwarte zu Bonn, Nr. 2) von Nutzen waren. Es würde hier zu weit führen, wenn ich auf Einzelheiten über diesen Punkt eingehen wollte. Zur Reduktion auf 1900.0 gelangte der Newcombsche Wert der Präzessionskonstante zur Anwendung.

Die oben erwähnten Beobachtungen von Prof. Mönnichmeyer sind von Dr. Zuhellen vollständig reduziert worden; er hat auch eine Vergleichung dieser Beobachtungen mit den im AG-Katalog gegebenen Positionen vorgenommen. Nach sorgfältigster Ermittlung und Berücksichtigung der systematischen Fehler der letzteren¹⁾ fand Herr Zuhellen, daß zwischen den neuen Bonner und den Lunder Positionen eine systematische Differenz von $+0.09$ in Rektaszension und -0.5 in Deklination übrigbleibt²⁾, für die eine Erklärung nicht zu finden ist.

Die Gewichte für die den verschiedenen Katalogen entnommenen Örter habe ich nach den Gewichtstafeln von Auwers angesetzt (A. N. 3616, 3844, 3887). Von den Angaben dieser Tafeln bin ich nur insofern abgewichen, als ich den vor 1850 angestellten Beobachtungen das Gewicht 0.0 gegeben habe, außer bei den Sternen Nr. 5 und 8, bei welchen ich die Eigenbewegungen näher untersuchen konnte. Ferner habe ich auch die dem N 7 y-Katalog entnommene Rektaszension des Sterns Nr. 8 ausgeschlossen, da bei ihr ein Fehler vorzuliegen scheint. Für diejenigen Kataloge, für welche Auwers keine Gewichte angibt, mußte ich selbst solche wählen; eine gewisse Willkür war dabei nicht zu vermeiden, zumal ich nur geringe Erfahrung auf diesem Gebiete besitze.

Die folgende Tabelle enthält eine Zusammenstellung der auf 1900.0 reduzierten Positionen der elf Vergleichsterne. Es bedeutet n die Zahl der Beobachtungen, P das Gewicht der betreffenden Koordinate. Die Bezeichnung der Kataloge geschah nach Auwers (A. N. 4176). An letzter Stelle stehen bei allen Sternen die Bonner Beobachtungen von Mönnichmeyer.

Nr.	Autorität	Ep.	α (1900.0)	n	P	δ (1900.0)	n	P
1	AG Lu 6825 Bonn	1880.0	$16^h 34^m 38.35$	2	0.5	$+37^\circ 20' 24.6$	2	0.5
		1906.5	38.53	3	2.0	26.7	3	2.0
2	AG Lu 6829 Bonn	1881.4	16 35 1.16	2	0.5	+36 5 24.1	2	0.5
		1906.6	1.16	3	2.0	23.4	3	2.0

¹⁾ Die von Zuhellen ermittelten Korrekturen der Lunder Positionen habe ich natürlich ebenfalls berücksichtigt.

²⁾ Stern Nr. 6, der in Bonn nur einmal beobachtet ist, wurde bei der Berechnung dieser Differenzen ausgeschlossen, ebenso die (vielleicht infolge von Eigenbewegung?) schlecht stimmende Deklination von Stern Nr. 1.

Nr.	Autorität	Ep.	α (1900.0)	n	P	δ (1900.0)	n	P
3	W ₂ 16 ^h 1077	1828.5	16 ^h 36 ^m 0.87	1	0.0	+36° 41' 12.7	1	0.0
	AG Lu 6836	1880.0	0.65	2	0.5	13.8	2	0.5
	Du ₉ 183	1898.4	0.79	4	1.0	12.6	4	1.0
	Bonn	1906.5	0.80	3	2.0	13.1	3	2.0
4	W ₂ 16 ^h 1104 (Pos.em.)	1828.5	16 36 50.78	1	0.0	+37 13 40.2	1	0.0
	AG Lu 6846	1880.0	50.68	2	0.5	45.9	2	0.5
	Bonn	1906.6	50.79	3	2.0	46.7	3	2.0
5	W ₂ 16 ^h 1127	1826.4	16 37 28.22	1	0.1	+36 23 42.9	1	0.1
	Rü (Nachtrag)	1846	28.68	2	0.1	39.7	2	0.1
	Gf W 2548	1844.4	28.95	18	0.4	37.3	18	0.4
	Königsb. (Kam 3263)	1862.5	29.03	3	0.4	41.3	3	0.4
	Bo VI 36° 2767	1862.9	29.01	4	0.7	37.8	4	0.7
	Bo VII ₂ 384	1873.5	29.17	4	0.7	39.4	4	0.7
	AG Lu 6850	1880.5	29.07	2	0.5	38.9	2	0.5
	Kü Bo ₂ 226	1887.5	29.09	4	2.0	38.3	4	2.0
	Ci ₁ 1363	1891.8	29.05	3	1.0	38.5	3	1.0
	Bm ₁ 1024	1895.5	29.12	2	1.5	38.3	2	1.5
	Du ₉ 186	1898.5	29.09	4	1.0	37.0	4	1.0
	Bonn	1906.5	29.12	3	2.0	37.6	3	2.0
6	W ₂ 16 ^h 1136	1828.5	16 37 37.04	1	0.0	+37 10 4.5	1	0.0
	AG Lu 6851	1888.8	36.78	3	0.7	6.7	3	0.6
	Bonn	1906.5	36.94	1	0.7	6.7	1	0.7
7	Bo VI 36° 2771	1857.5	16 38 37.33	2	0.4	+36 16 57.0	2	0.4
	AG Lu 6857	1880.0	37.56	2	0.5	58.6	2	0.5
	Bonn	1906.5	37.78	3	2.0	58.3	3	2.0
8	HC 30500	1794.4	16 39 29.91	1	0.05	+36 41 51.0	1	0.05
	Pi 16 ^h 172	1803	30.49	13	0.1	48.6	10	0.1
	Tay D 7741	1836.7	30.43	4	0.2	46.9	4	0.1
	Gf W 2555	1843.6	30.36	3	0.1	45.6	3	0.1
	Ed 2269	1844.5	30.43	3	0.3	49.4	3	0.4
	Par ₁ 21059	1848.4	30.28	8	0.8	49.2	1	0.1
	Durh ₁ 204	1848.5	30.43	2	0.3	47.9	2	0.3
	Jac 761	1850.8	30.41	4	0.5	48.7	4	0.5
	Wro ₂ 644	1852.5	30.47	4	0.5	—	—	—
	Ya 7041	1859.8 ¹⁾	30.24	3	0.6	48.0	3	0.3
	Königsb. (Kam 3265)	1862.5	30.43	3	0.4	49.2	3	0.4
	Bo VI 36° 2772	1863.5	30.35	2	0.4	49.1	2	0.4
	Gl 4130	1866.5 ²⁾	30.33	3	0.2	49.4	3	0.2
	N 7 y 1892	1867.4	29.65	4	0.0	48.7	4	1.0
	Q 6699	1867.8 ³⁾	30.11	4	0.9	48.2	2	0.5
	9 y 1524	1868.4	30.35	1	0.4	47.8	1	0.2
	Re ₁ 910	1876.1	—	—	—	49.1	20	2.0
	10 y 2612	1880.5	30.38	3	1.4	49.3	3	0.7
	AG Lu 6863	1880.5	30.26	2	0.5	49.5	2	0.5
	LG 1612	1886.5	30.38	6	1.0	—	—	—
	Du ₉ 188	1898.8	30.29	5	1.5	48.3	5	1.5
	Ci ₃ 2844	1900.8	30.32	3	1.0	49.5	3	1.0
	Bonn	1906.6	30.36	3	2.0	48.5	3	2.0
9	AG Lu 6864	1880.0	16 39 43.72	2	0.5	+37 14 13.5	2	0.5
	Bonn	1906.5	43.80	3	2.0	13.7	3	2.0
10	HC 30518	1794.4	16 40 5.99 ⁴⁾	1	0.0	+36 34 1.0	1	0.0
	W ₂ 16 ^h 1215-16	1827.5	5.59	2	0.0	33 59.3	2	0.0
	Par ₃ 21078	1872.5	5.67	2	0.3	59.7	2	0.3

1) Epoche der Deklination 1853.5.

2) Epoche der Deklination 1871.1.

3) Epoche der Deklination 1862.0.

4) Nach Angabe von Dr. Ristenpart um +1^s korrigiert.

Nr.	Autorität	Ep.	α (1900.0)	n	P	δ (1900.0)	n	P
10	AG Lu 6865	1880.5	16 ^h 40 ^m 5 ^s 54	2	0.5	+36° 34' 0".3	2	0.5
	Du ₉ 189	1898.5	5.63	3	1.0	33 58.3	3	1.0
	Bonn	1906.6	5.60	3	2.0	59.4	3	2.0
11	W ₃ 16 ^h 1244	1826.5	16 40 57.69	1	0.0	+36 26 30.7	1	0.0
	Rü (Nachtrag)	1846	57.26	1	0.0	26.9	1	0.0
	AG Lu 6868	1880.5	57.52	2	0.5	28.7	2	0.5
	Bonn	1906.5	57.56	3	2.0	27.8	3	2.0

Bei Stern Nr. 5 ist eine starke Eigenbewegung in beiden Koordinaten durch die Beobachtungen verbürgt; die letzteren wurden zu sieben Normalörtern zusammengefaßt, und die Eigenbewegung wurde nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet. Ferner scheint bei Stern Nr. 7 eine Eigenbewegung in Rektaszension vorhanden zu sein, die aus den drei vorhandenen Positionen berechnet wurde. Für die übrigen Sterne wurde die Eigenbewegung = 0 angenommen, obwohl bei den Sternen Nr. 1 und 4 (bei diesem nur in Deklination) eine solche vielleicht vorhanden ist. Bei der angenommenen Gewichtsverteilung ist es für den vorliegenden Zweck ziemlich gleichgültig, ob man die Eigenbewegung bei diesen beiden Sternen als reell ansieht oder nicht. Die

Positionen des Sterns Nr. 8 wurden wegen der großen Zahl der Beobachtungen genau wie die von Nr. 5 behandelt, obwohl, wie ein Blick auf die Tabelle lehrt, die Eigenbewegung nur äußerst klein sein kann.

Die gefundenen jährlichen Eigenbewegungen sind:

Nr.	μ_{α}	μ_{δ}
5	+0.0041	-0.030
7	+0.0090	—
8	-0.0003	+0.001

Die Eigenbewegung des Sterns Nr. 5 ist von verschiedenen Seiten schon früher untersucht worden. Die gefundenen Werte sind:

	μ_{α}	μ_{δ}	
Argelander	+0.0185	-0.018	(Bonner Beob. Bd. VII, Fortsetzung)
Battermann	+0.0078	-0.028	(Beob.-Ergebnisse der Kgl. Sternwarte zu Berlin, Nr. 8)
Küstner	+0.0066	-0.036	(Veröff. der Kgl. Sternwarte zu Bonn, Nr. 2)

Die folgende Tabelle enthält nun die definitiv angenommenen Orte der Vergleichsterne für das Äquinoktium 1900.0 und für die Epoche 1901.5. Unter $d\alpha$ und $d\delta$ sind die Differenzen zwischen diesen und den früher in Nr. 50 der Publikationen des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam angenommenen Orten gegeben.

Nr.	Gr.	α	$d\alpha$	δ	$d\delta$
1	8.5	16 ^h 34 ^m 38 ^s 49	+0.07	+37° 20' 26".3	+1".6
2	8.1	35 1.16	-0.06	36 5 23.5	-0.6
3	8.5	36 0.78	+0.06	36 41 13.1	-0.7
4	8.6	36 50.77	+0.02	37 13 46.5	+0.5
5	7.4	37 29.14	+0.03	36 23 37.9	-1.1
6	9.2	37 36.86	-0.02	37 10 6.7	+0.1
7	9.4	38 37.73	+0.06	36 16 58.2	-0.4
8	6.6	39 30.33	+0.05	36 41 48.8	-0.6
9	7.9	39 43.78	+0.01	37 14 13.7	+0.2
10	8.8	40 5.61	-0.02	36 33 59.3	-0.9
11	8.7	40 57.55	-0.05	36 26 28.0	-0.7

Die Epoche 1901.5 wurde gewählt, weil die beiden gemessenen Platten Mitte 1900 bzw. Mitte 1902 aufgenommen worden sind. Die Eigenbewegungen in der Zeit zwischen den Daten der Aufnahmen und der gewählten Epoche wurden vernachlässigt.

Nunmehr wurden die den $d\alpha$ und $d\delta$ entsprechenden Änderungen dx und dy der Idealkoordinaten x und y be-

rechnet. Es ergaben sich folgende, für beide Platten identische Werte*):

Nr.	dx	dy
1	+0.0029	+0.0053
2	-0.0025	-0.0020
3	+0.0024	-0.0023
4	+0.0008	+0.0017
5	+0.0012	-0.0037
6	-0.0008	+0.0003
7	+0.0024	-0.0013
8	+0.0020	-0.0020
9	+0.0004	+0.0007
10	-0.0008	-0.0030
11	-0.0020	-0.0023

Diese Zahlen bilden die Grundlage für die Verbesserung der Plattenkonstanten.

Zur Reduktion der Messungen habe ich in meiner früheren Abhandlung den Turnerschen Ansatz

$$x - \xi = \xi a + \eta b + c$$

$$y - \eta = \xi d + \eta e + f$$

gewählt, wo x, y die Idealkoordinaten, ξ, η die gemessenen Koordinaten sind. Die früheren Werte x und y sind nun durch $x + dx$, $y + dy$ zu ersetzen. Die sechs Plattenkonstanten $a, b, \dots$ werden dadurch die Änderungen $d\alpha, d\delta, \dots$ erfahren. Man hat also

$$x + dx - \xi = \xi(a + d\alpha) + \eta(b + d\delta) + c + dc$$

*) Einheit der rechtwinkligen Koordinaten ist das Gitterintervall, welches sehr nahe gleich 5 mm und 5' ist.

oder, wenn man

$$\xi a + \eta b + c - (x - \xi) = v_x$$

setzt:

$$\xi da + \eta db + dc + v_x - dx = 0.$$

Eine entsprechende Gleichung besteht für die y -Koordinate. Die Größen v_x und v_y sind für beide Platten auf Seite 10 meiner Abhandlung gegeben.

Die Korrekturen $da, db, \dots$ können nun leicht nach der Methode der kleinsten Quadrate bestimmt werden. Ich habe dabei allen Gleichungen dasselbe Gewicht gegeben, obwohl die dx und dy für die verschiedenen Sterne verschiedenes Gewicht haben. Es ist aber zu bedenken, daß grade die Sterne, für welche die Verbesserungen der Idealkoordinaten genauer bestimmt werden konnten, die helleren sind; diese haben aber auf den Platten einen größeren Durchmesser als die schwächeren und sind daher unsicherer zu messen als die letzteren. Zudem bot die Annahme gleicher Gewichte die Annehmlichkeit, daß ich die früheren Rechnungen in weitgehendem Maße benutzen konnte, so daß die Bestimmung der Verbesserungen der Konstanten nur sehr wenig Mühe verursachte.

Es ist von vornherein klar, daß sich für die beiden Platten nahezu dieselben Werte der Korrekturen ergeben müssen. In der Tat fand ich, daß an die bisher angenommenen Idealkoordinaten x und y eines Sterns die folgenden Korrekturen anzubringen sind (die Indizes 1 und 2 beziehen sich auf die beiden Platten A und B):

$$\begin{aligned} dx_1 &= -0.000077 \xi_1 + 0.000107 \eta_1 + 0.00044 \\ dy_1 &= -0.000173 \xi_1 + 0.000374 \eta_1 - 0.00115 \\ dx_2 &= -0.000078 \xi_2 + 0.000105 \eta_2 + 0.00038 \\ dy_2 &= -0.000176 \xi_2 + 0.000378 \eta_2 - 0.00140 \end{aligned}$$

Bringt man diese Korrekturen an die früher abgeleiteten Gleichungen an, so erhält man folgende verbesserte Gleichungen zur Umwandlung der gemessenen Koordinaten ξ, η in Idealkoordinaten x, y :

$$\left. \begin{aligned} x_1 - \xi_1 &= -0.000077 \xi_1 + 0.0002434 \eta_1 - 0.00051 \\ y_1 - \eta_1 &= -0.0002387 \xi_1 - 0.000175 \eta_1 + 0.000716 \\ x_2 - \xi_2 &= -0.000056 \xi_2 + 0.000130 \eta_2 + 0.00109 \\ y_2 - \eta_2 &= -0.000077 \xi_2 - 0.000032 \eta_2 - 0.000312 \end{aligned} \right\} I$$

Wendet man diese Gleichungen auf die elf Vergleichsterne an, so ergeben sich folgende, in Bogensekunden größten Kreises ausgedrückte Werte des mittleren Fehlers der einzelnen Differenzen:

Platte A	x -Koordinate	m. F.	$\pm 0''.33$ (früher $\pm 0''.38$)
» »	y - »	»	± 0.26 (» ± 0.50)
» B	x - »	»	± 0.42 (» ± 0.47)
» »	y - »	»	± 0.27 (» ± 0.62)

Es ist also namentlich in der y -Koordinate durch Anbringung der Korrekturen eine ganz wesentlich bessere innere Übereinstimmung erzielt.

Zwischen den beiden Systemen von Idealkoordinaten x_1, y_1 und x_2, y_2 bestehen folgende Beziehungen:

$$\begin{aligned} x_2 - x_1 &= +0.0963 - 0.000104 y_2 \\ y_2 - y_1 &= +0.7000 + 0.000104 x_2 \end{aligned}$$

mit deren Hilfe x_2 und y_2 ganz eliminiert werden können, so daß die auf Platte B gemessenen Koordinaten ξ_2, η_2 sich sofort auf das System der x_1, y_1 reduzieren lassen. Man kann die Korrektionsformeln schließlich in folgender Form schreiben (der nunmehr allein auftretende Index 1 ist fortgelassen):

$$\begin{aligned} dx &= -0.00008 x + 0.00011 y + 0.00044 \\ dy &= -0.00017 x + 0.00037 y - 0.00115 \end{aligned} \left. \vphantom{\begin{aligned} dx \\ dy \end{aligned}} \right\} \text{Platte A}$$

$$\begin{aligned} dx &= -0.00008 x + 0.00011 y + 0.00045 \\ dy &= -0.00018 x + 0.00038 y - 0.00115 \end{aligned} \left. \vphantom{\begin{aligned} dx \\ dy \end{aligned}} \right\} \text{Platte B.}$$

Diese beiden Gleichungspaare können als vollkommen identisch angesehen werden. Man hat daher als Korrektionsformel für beide Platten im Mittel:

$$\begin{aligned} dx &= -0.00008 x + 0.00011 y + 0.00044 \\ dy &= -0.00017 x + 0.00038 y - 0.00115 \end{aligned}$$

In dem Katalog der Sterne des Sternhaufens habe ich die Positionen auf ein Koordinatensystem X, Y bezogen, welches definiert ist durch die Gleichungen:

$$X = x - 0.0135 \quad Y = y + 0.3365.$$

Es wird daher

$$\begin{aligned} dX &= -0.00008 X + 0.00011 Y + 0.00040 \\ dY &= -0.00017 X + 0.00038 Y - 0.00128 \end{aligned}$$

Die $d\alpha$ und $d\delta$, d. h. die Rektaszensions- und Deklinationsdifferenzen der Sterne gegen den Koordinatenanfang, sind zu korrigieren um die Beträge:

$$d\Delta\alpha'' = 374'' dX \quad d\Delta\delta'' = 300'' dY.$$

Man kann auch schreiben:

$$\begin{aligned} d\Delta\alpha'' &= -0''.030 X + 0''.041 Y + 0''.15 \\ d\Delta\delta'' &= -0''.051 X + 0''.114 Y - 0''.38. \end{aligned}$$

Innerhalb des Sternhaufens überschreiten die absoluten Beträge von X und Y nirgends den Wert 1.3.

Im vorangehenden habe ich die Turnersche Reduktionsmethode angewandt, gegen welche sich vom rein theoretischen Standpunkt aus Einwände erheben lassen. Es erschien mir nun von Interesse, zu untersuchen, ob man bei Anwendung der Jacobyschen Reduktionsmethode zu merklich andern Resultaten kommt. Um diese Methode anwenden zu können, mußte zunächst der Einfluß der Refraktion auf die rechtwinkligen Koordinaten berechnet werden. Dies geschah für Anfang, Mitte und Ende jeder der beiden Expositionen, und es wurden aus den für diese Zeiten berechneten Refraktionsgrößen die Mittel genommen. Bezeichnen ξ, η die gemessenen Koordinaten, ξ^0, η^0 dieselben nach Anbringung der Refraktion, so fand sich*):

*) Diejenigen Refraktionsglieder, welche nur eine Veränderung der Orientierung bewirken, wurden fortgelassen, was bekanntlich statthaft ist.

$$\left. \begin{aligned} \xi_1^0 - \xi_1 &= +0.000314 \xi_1 + 0.000043 \eta_1 \\ \eta_1^0 - \eta_1 &= +0.000043 \xi_1 + 0.000312 \eta_1 \end{aligned} \right\} \text{Platte A}$$

$$\left. \begin{aligned} \xi_2^0 - \xi_2 &= +0.000291 \xi_2 + 0.000020 \eta_2 \\ \eta_2^0 - \eta_2 &= +0.000020 \xi_2 + 0.000302 \eta_2 \end{aligned} \right\} \text{Platte B.}$$

Man kann nun bei Anwendung der Jacobyschen Methode so verfahren, daß man zunächst genau wie bei Anwendung der Turnerschen Methode rechnet und alsdann an die gefundenen Gleichungen, die zur Umwandlung der gemessenen in Idealkoordinaten dienen, die Refraktionskorrekturen anbringt. Dieser Weg ist hier offenbar der zweckmäßigste. Zieht man die Refraktionsgleichungen von den Gleichungen I ab, so folgt:

$$\begin{aligned} x_1 - \xi_1^0 &= -0.000391 \xi_1 + 0.002391 \eta_1 - 0.00051 \\ y_1 - \eta_1^0 &= -0.002430 \xi_1 - 0.000487 \eta_1 + 0.00716 \\ x_2 - \xi_2^0 &= -0.000347 \xi_2 + 0.000110 \eta_2 + 0.00109 \\ y_2 - \eta_2^0 &= -0.000097 \xi_2 - 0.000334 \eta_2 - 0.00312 \end{aligned}$$

In diesen Gleichungen kann rechts auch $\xi_1^0, \eta_1^0, \dots$ statt $\xi_1, \eta_1, \dots$ geschrieben werden.

Theoretisch müßten nun innerhalb jedes dieser beiden Gleichungspaare rechts die Koeffizienten von ξ in der ersten und η in der zweiten Gleichung einander gleich, die von η in der ersten und ξ in der zweiten Gleichung einander entgegengesetzt gleich sein. Da diese Bedingung namentlich in dem ersten Gleichungspaar nicht genau erfüllt sind, so müssen die verschiedenen Werte der betreffenden Koeffizienten mit Rücksicht auf ihre Gewichte zum Mittel vereinigt werden. Eine nähere Untersuchung zeigt, daß man den wahren Verhältnissen sehr nahe Rechnung trägt, wenn man in dem ersten Gleichungspaar der ersten Gleichung das Gewicht 0.6, der zweiten das Gewicht 1.0 gibt und in dem zweiten Gleichungspaar die Gewichte 0.4 und 1.0 annimmt.

Die definitiven Gleichungen, welche das Resultat der Anwendung der Jacobyschen Reduktionsmethode darstellen, lauten demnach:

$$\begin{aligned} x_1 - \xi_1^0 &= -0.000451 \xi_1 + 0.002415 \eta_1 - 0.00051 \\ y_1 - \eta_1^0 &= -0.002415 \xi_1 - 0.000451 \eta_1 + 0.00716 \\ x_2 - \xi_2^0 &= -0.000338 \xi_2 + 0.000101 \eta_2 + 0.00109 \\ y_2 - \eta_2^0 &= -0.000101 \xi_2 - 0.000338 \eta_2 - 0.00312 \end{aligned}$$

Addiert man hierzu die Korrekturen wegen Refraktion, so hat man schließlich:

$$\left. \begin{aligned} x_1 - \xi_1 &= -0.000137 \xi_1 + 0.002458 \eta_1 - 0.00051 \\ y_1 - \eta_1 &= -0.002372 \xi_1 - 0.000139 \eta_1 + 0.00716 \\ x_2 - \xi_2 &= -0.000047 \xi_2 + 0.000121 \eta_2 + 0.00109 \\ y_2 - \eta_2 &= -0.000081 \xi_2 - 0.000036 \eta_2 - 0.00312 \end{aligned} \right\} \text{II}$$

Um den Unterschied zwischen diesen Reduktionsgleichungen und den nach der Turnerschen Methode erhaltenen zu untersuchen, subtrahiere man die Gleichungen II von den Gleichungen I; es ergibt sich:

$$\left. \begin{aligned} \Delta x_1 &= +0.000060 \xi_1 - 0.000024 \eta_1 \\ \Delta y_1 &= -0.000015 \xi_1 - 0.000036 \eta_1 \end{aligned} \right\} \text{Platte A}$$

$$\left. \begin{aligned} \Delta x_2 &= -0.000009 \xi_2 + 0.000009 \eta_2 \\ \Delta y_2 &= +0.000004 \xi_2 + 0.000004 \eta_2 \end{aligned} \right\} \text{Platte B.}$$

Da eine Einheit der sechsten Dezimale nur gleich 0.0003 ist, so beträgt für das Areal des Sternhaufens der Unterschied nur wenige Hundertstel der Bogensekunde und kann völlig vernachlässigt werden. Dasselbe gilt bei Platte B auch für die Vergleichsterne. Auf Platte A erreicht dagegen für den Vergleichstern Nr. 1 Δx_1 den Wert 0.21, für den Stern Nr. 2 Δy_1 den Wert 0.11. Das verschiedene Verhalten der beiden Platten ist bemerkenswert, zumal bei Anwendung der Turnerschen Methode die Örter der Vergleichsterne auf Platte A etwas besser dargestellt werden als auf Platte B.

Da für das Areal des Sternhaufens beide Reduktionsmethoden zu denselben Resultaten führen, so können die oben für $dX, dY, d\Delta\alpha$ und $d\Delta\delta$ abgeleiteten Formeln ohne weiteres zur Korrektur der in meiner früheren Arbeit abgedruckten Koordinaten der Sterne des Sternhaufens angewandt werden. Um indessen die konstanten Glieder in den Korrektionsformeln zum Verschwinden zu bringen, ist es zweckmäßig, den Koordinatenanfang zu verschieben. Derselbe war bisher, bezogen auf das System des AG-Katalogs:

$$\text{RA.} = 16^{\text{h}} 38^{\text{m}} 6^{\text{s}}.14 \quad \text{Dekl.} = +36^{\circ} 39' 19''.06 \quad (1900.0).$$

Als neuer Koordinatenanfang wird nun folgender Punkt gewählt:

$$\text{RA.} = 16^{\text{h}} 38^{\text{m}} 6^{\text{s}}.15 \quad \text{Dekl.} = +36^{\circ} 39' 18''.68 \quad (1900.0),$$

bezogen auf das System des neuen Fundamentalkatalogs. Bei Annahme dieses neuen Nullpunktes sind dann die Korrekturen der in meiner früheren Arbeit gegebenen Koordinaten der Sterne des Sternhaufens:

$$\begin{aligned} dX &= -0.00008 X + 0.00011 Y \\ dY &= -0.00017 X + 0.00038 Y \\ d\Delta\alpha &= -0''.030 X + 0''.041 Y \\ d\Delta\delta &= -0''.051 X + 0''.114 Y \end{aligned}$$

Der frühere Koordinatenanfang war so gewählt, daß, wenn $\Delta\alpha_S$ und $\Delta\delta_S$ die von Scheiner in seiner Abhandlung über Messier 13 gegebenen Koordinaten bezeichnen, die Differenzen $\Delta\alpha_S - \Delta\alpha$ und $\Delta\delta_S - \Delta\delta$ im Mittel verschwinden. Diese Bedingung bleibt, wie eine nähere Untersuchung zeigt, auch nach Anbringung der Korrekturen erfüllt.

An den Untersuchungen über systematische Unterschiede zwischen den von mir abgeleiteten $\Delta\alpha$ und $\Delta\delta$ einerseits und den von Scheiner angegebenen gleichen Größen andererseits (Seite 53-54 meiner früheren Abhandlung) wird durch die Anbringung der Korrekturen im wesentlichen nichts geändert. Nur wird der systematische Unterschied zwischen den von mir und den von Scheiner abgeleiteten $d\delta$ etwas kleiner. Er läßt sich nämlich ungefähr durch die Formel $-0''.04 \Delta\delta$ darstellen, während der Koeffizient vor Anbringung der Korrekturen $-0''.06$ war.

Ich möchte an dieser Stelle ein Versehen in meiner früheren Arbeit verbessern, auf welches mich Herr Zurhellen freundlichst aufmerksam gemacht hat. Auf Seite 54, zweiter Absatz muß es heißen: »Das Resultat dieser Vergleichen läßt sich dahin zusammenfassen, daß der Sternhaufen bei Scheiner scheinbar im Sinne der Deklination eine etwas größere Ausdehnung hat als bei mir.... Im Sinne der Rektaszension ist das gleiche Verhalten angedeutet.«

Im vorstehenden hoffe ich ziemlich zuverlässige Formeln für die Korrektur der in meiner früheren Arbeit gegebenen Koordinaten der Sterne im Sternhaufen Messier 13 abgeleitet zu haben. Freilich muß man sich darüber klar sein, daß bei Vergleichung zukünftiger Messungen eines Sternhaufens mit solchen, die jetzt angestellt worden sind, für die letzteren doch stets neue Reduktionselemente berechnet werden dürften. Denn die Positionen und Eigenbewegungen der Vergleichsterne werden meist in Zukunft genauer bekannt

sein, als sie es jetzt sind. Die Hauptaufgabe bei der Ausmessung eines Sternhaufens ist daher meines Erachtens zur Zeit die, daß man die relativen Koordinaten in einem fest definierten Koordinatensystem möglichst genau ermittelt *) und die Ergebnisse in einer Form mitteilt, daß eine spätere Verbesserung auf Grund neuer Reduktionselemente leicht möglich ist. Wenn letztere schon jetzt möglichst scharf bestimmt sind, so wird dies dem späteren Bearbeiter seine Aufgabe erleichtern, ist aber im übrigen von sekundärer Bedeutung.

Potsdam, Astrophysikalisches Observatorium, 1908 Juli 4.

H. Ludendorff.

*) Ich möchte bei dieser Gelegenheit darauf hinweisen, daß bei der Ausmessung enger Sternhaufen die von Kostinsky (Mittel. der Nikolai-Hauptsternwarte zu Pulkowo, Bd. II, Nr. 14) konstatierte Einwirkung zweier eng benachbarter photographischer Sternscheibchen aufeinander die Genauigkeit beeinträchtigen kann.

Das Spektrum des Milchstraßennebels H V 15 Cygni.

Der langgestreckte, ziemlich schmale Milchstraßennebel H V 15 Cygni = NGC. 6960 verdient deshalb besonderes Interesse, weil er in ganz ausgesprochener Weise an der Höhlenbildung der Milchstraße beteiligt ist. Fast genau von Süd nach Nord ziehend, scheidet er scharf eine Gegend größter Sternfülle im Osten von einer solchen geringer Sternzahl im Westen. Ich habe ihn deshalb früher als einen »Randnebel« bezeichnet. Zur selben Gattung gehören die Nebel bei ζ Orionis und ψ Eridani. Roberts beschreibt den Nebel in seinem ersten Bande p. 115: It is more than two degrees in length from N to S and forty-seven minutes of arc in breadth on the following side of 52 (δ) Cygni, which it barely touches by a slight projection of the nebulosity. The streaky character of the nebulosity will be observed on the print, and when an opportunity occurs to take another photograph with a much longer exposure of the plate, this connection of several parts of the nebulosity will doubtless be shown. . . .

In der Tat hängt der Nebel, wie die Aufnahmen mit meinem Sechszöller im Juni 1891 ergeben haben, sogar mit dem Nebel H V 14 Cygni = NGC. 6992 innig zusammen.

Aufnahmen mit dem Reflektor zeigten im vergangenen Jahre, daß an verschiedenen Stellen fast zweifelfreie Verbindungen zwischen den Nebelstreifen und einzelnen Sternen nachweisbar sind, so daß der Nebel als in der Tiefe zahlreicher Milchstraßenketten liegend angesehen werden darf.

Es war daher von besonderem Interesse, herauszubringen, ob dieser Nebel kontinuierliches Spektrum oder Gasspektrum besitzt.

Am 3. August 1908 gelang mir mit dem Waltz-Reflektor eine $3\frac{1}{2}$ -stündige Spektralaufnahme derjenigen Teile des Nebels, die nördlich von 52 Cygni zu großer Intensität auf schmalen Raum zusammengedrängt sind.

Es ergab sich ein ausgesprochenes Gasspektrum.

Weitaus die hellste Linie liegt am violetten Ende des Spektrums. Die anderen Linien sind viel schwächer, so daß ich unter dem Mikroskop nicht auf sie einzustellen vermochte. Ich halte nach verschiedenen Messungsversuchen die helle Linie für die Nebellinie $\lambda = 373$.

Unter dieser Annahme wären wohl die schwachen Linien zu identifizieren; nämlich $\lambda = 434$, dann das zusammengewaschene Band der beiden ersten Hauptlinien um $\lambda = 500$, und die Linien $\lambda = 369$, 397 und 411 und zwar bezüglich ihrer Intensität vielleicht in dieser Reihenfolge.

Die für $\lambda = 373$ angesehene Linie ist recht hell auf der Platte über den ganzen photographierten Teil des Nebels (etwa 12 Bogenminuten von Nord nach Süd) hinweg. Die übrigen sind sehr schwach. Es ist möglich, daß etwa um $\lambda = 360$ noch eine Linie steht, aber recht fraglich.

Vielleicht gelingt mir mit frischer Spiegelversilberung einmal eine kräftigere Aufnahme dieses interessanten Spektrums.

Astrophysikalisches Institut Königstuhl-Heidelberg, 1908 Aug. 17.

Max Wolf.

Elemente des VIII. Jupitermondes.

(Telegramm aus Cambridge, Mass., vom 20. August 1908.)

Crawford telegraphs the following elements of Jupiter VIII, computed by Crawford and Meyer:

$$\begin{array}{lcl} T = 1908 \text{ Aug. } 25.72 \text{ Greenw. m. t.} & & \\ \omega = 51^\circ 9' & \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} 1908.0 & q = 0.103 \\ \Omega = 236 \text{ } 12 & & e = 0.4395 \\ i = 145 \text{ } 48 & & \text{Period} = 2^{\text{d}} 55 \\ \text{Osculation } 1908 \text{ March } 8 \text{ } 19^{\text{h}} 45^{\text{m}} 5 \text{ Greenw. m. t.} & & \end{array}$$

Pickering.