Der kugelförmige Sternhaufen NGC 5466. Von J. Hopmann.

Äußere Umstände veranlassen mich, die schon vor etwa 3 Jahren abgeschlossene Vermessung von NGC 5466 hier so gedrängt wie möglich zu veröffentlichen. Bezüglich aller Einzelheiten sei auf Bonner Veröff. Nr. 14 verwiesen, da ich in allem Wesentlichen Prof. *Küstner* gefolgt bin. Nach dem N.G.C. ist der Haufen groß, sehr reich, sehr stark gedrängt, $** 11^m$ und schwächer. Eine andere Ausmessung ist mir nicht bekannt. Nach *Shapley* ist er zu den Kugelhaufen zu rechnen, wenn er auch hinsichtlich der Helligkeitsverteilung seiner Sterne etwas vom Typus abweicht (Mt. Wilson Contr. 167). Für den Bonner 30 cm-Refraktor sind auch bei mehrstündiger Exposition die helleren unter den Riesensternen des Haufens reichlich schwach. Das ausgemessene Areal, $\pm 500''$ in α und δ von des Mitte, schien mir den Haufen mit seinen Ausläufern völlig zu umfassen.

Ausgemessen wurden folgende, von *Küstner* aufgenommene Platten I Nr. 213, 1915 Juni 7, 180^m Exposition; II Nr. 255, 1916 April 25, 240^m Exposition.¹⁾ 1919 wurden von *Küstner* und mir 8 Anhaltsterne am Meridiankreis je 6 mal beobachtet. Mit der Epoche 1919.30 lauten die nach *Newcomb* auf 1900.0 von *Küstner* reduzierten Örter im System des N.F.K.:

*	BD	α	δ
a	28°2289	13 ^h 58 ^m 41 ^s .749	+28°29' 6".89
b	28 2290	13 58 47.084	+28 17 12.94
c	29 2486	13 59 58.506	+29 37 21.40

I				II				Koeffizienten der Restrefraktion:	
*	X _{theor.}	Y _{theor.}	x _{beob.}	y _{beob.}	X _{theor.}	Y _{theor.}	x _{beob.}		y _{beob.}
a	-2468. ⁿ 90	-1485. ⁿ 12	-2423. ⁽ⁿ⁾ 30	-1513. ⁽ⁿ⁾ 19	-2468. ⁿ 90	-1485. ⁿ 12	-2492. ⁽ⁿ⁾ 05	-1373. ⁽ⁿ⁾ 69	I $R_x = +0.170$ $R_y = +0.017$
b	-2403.12	-2199.61	-2359.05	-2224.43	-2403.12	-2199.61	-2427.90	-2084.76	
c	-1440.92	+2604.59	-1385.95	+2553.61	-1440.92	+2604.55	-1456.28	+2693.32	II $R_x = -0.031$ $R_y = +0.036$
d	-1101.36	+2227.32	-1049.47	+2177.17	-1101.36	+2227.32	-1119.58	+2317.07	
e	+ 78.16	-2510.23	+ 109.48	-2542.38	+ 78.16	-2510.23	+ 41.09	-2401.26	
f	+ 496.19	+ 51.43	+ 534.00	+ 5.87	+ 496.14	+ 51.43	+ 463.97	+ 147.05	
h	+1747.43	+2011.73	+1785.90	+1952.88	+1747.24	+2011.73	+1715.45	+2094.45	

Lineare Ausgleichung mit 4 Unbekannten ergab dann:
(unter den Zahlenwerten stehen deren mittlere Fehler)

$$\begin{aligned}
 \text{I} \quad X-x &= +4.634 x/1000 - 3.298 y/1000 - 40.08 \\
 &\quad \pm 48 \quad \quad \quad \pm 48 \quad \quad \quad \pm 12 \\
 Y-y &= +3.468 x/1000 + 4.651 y/1000 + 43.62 \\
 &\quad \pm 48 \quad \quad \quad \pm 48 \quad \quad \quad \pm 12 \\
 \text{II} \quad X-x &= +4.715 x/1000 - 2.952 y/1000 + 30.21 \\
 &\quad \pm 48 \quad \quad \quad \pm 48 \quad \quad \quad \pm 12 \\
 Y-y &= +2.921 x/1000 + 4.751 y/1000 - 97.62 \\
 &\quad \pm 48 \quad \quad \quad \pm 48 \quad \quad \quad \pm 12
 \end{aligned}$$

Es folgen die Reste der Ausgleichung, d. h. die Differenzen Ort auf der Platte minus Meridiankreisort in $0.01(v_x, v_y)$:

*	B. D.	α	δ
d	29°2488	14 ^h 0 ^m 24 ^s .629	+29°31' 5".37
e	28 2292	14 1 54.912	+28 12 9.89
f	29 2493	14 2 26.768	+28 54 51.10
g	29 2498	14 3 58.895	+29 38 7.94
h	29 2499	14 4 2.721	+29 27 27.48

Entsprechend den Auszügen aus der G.F.H. kam bei der geringen Epochendifferenz nur die Berücksichtigung folgender Eigenbewegungen in Frage: $*c \mu_\delta = -0.05$, leidlich verbürgt, $*f \mu_\alpha = -0.006$, gut verbürgt, $*h \mu_\alpha = -0.016$, beruht nur auf A. G. Cbr. E. und den neuen Bonner Örtern, wurde aber durch die Ausgleichung der beiden Platten durchaus bestätigt. $*g$ liegt außerhalb der Platten und fällt daher nachstehend fort.

Bei dem geringen Spielraum des Positionsmikrometers am Leitrohr konnte der Haufen nicht in die Mitte der Platten gebracht werden. Die Mitte des Haufens ergab sich an Hand der Platten — auf volle Minuten abgerundet und so dem Folgenden zugrunde gelegt — zu $14^h 1^m 0.000 + 29^\circ 1' 0.000$ (1900.0, N.F.K.). Dagegen ist der Plattennullpunkt, der Schnittpunkt der Gitterlinien 14 und 43 auf beiden Platten sehr nahe gleich, und zwar, abgerundet, $14^h 1^m 49.000 + 28^\circ 54' 0.000$ (1900.0). Die Anhaltsterne wurden auf beiden Platten in allen vier Lagen ausgemessen in der üblichen Weise und Genauigkeit. So ergaben sich folgende theoretische und beobachtete rechtwinklige Koordinaten der Anhaltsterne: (⁽ⁿ⁾ = Plattenbogensekunden)

v_x				v_y				v_x				v_y			
*	I	II			I	II		*	I	II			I	II	
a	-73	-64			+11	+1		e	+12	+42			+2	+6	
b	+38	+14			+26	+23		f	+19	-19			-7	+5	
c	+5	+3			-29	-31		h	+22	+36			+5	+9	
d	-23	-13			-4	-15									

Hieraus ergibt sich: m. F. einer Plattenkoordinate ± 0.114 , mittleres $v \pm 0.316$, m. F. einer Meridiankreiskoordinate ± 0.294 . Also in allen Fällen durchaus genügend kleine Beträge.

Obige Gleichungen wurden nun vom Plattennullpunkt auf den Mittelpunkt des Haufens transformiert, wobei die Glieder 3. Ordnung vernachlässigt werden konnten. Die endgültigen Gleichungen zur Reduktion der Plattenkoordinaten lauten:

¹⁾ Alle ausführlichen Angaben über die ganze Arbeit können auf Wunsch dem in Bonn verwahrten Manuskript entnommen werden.

$$\begin{aligned} \text{I} \quad X-x &= +4.626 x/1000 - 5.031 y/1000 + 603.31 \\ Y-y &= +5.201 x/1000 + 4.643 y/1000 - 375.90 \\ \text{II} \quad X-x &= +4.708 x/1000 - 4.685 y/1000 + 673.85 \\ Y-y &= +4.654 x/1000 + 4.744 y/1000 + 517.02 \end{aligned}$$

Die Ausmessung des Haufens erfolgte völlig in der in Bonn üblichen Art. Die Differenzen der Lagen N und U waren sehr gering (ca. -0.04 in x , -0.15 in y) und bei

**	x_m	(I-II) $_x$	(I-II) $_y$	**	y_m	(I-II) $_x$	(I-II) $_y$	**	M_m	(I-II) $_x$	(I-II) $_y$
12	-421"	-0.21	+0.25	12	-329"	-0.15	+0.26	6	14 ^m 34	-0.19	+0.20
36	-176	-0.17	+0.31	43	-176	-0.17	+0.32	11	14.77	-0.16	+0.34
123	-9	-0.19	+0.32	119	-13	-0.21	+0.33	20	15.19	-0.23	+0.31
31	+158	-0.22	+0.25	30	+169	-0.16	+0.27	24	15.81	-0.19	+0.33
7	+394	(-0.17)	(+0.52)	5	+454	(-0.25)	(+0.36)	148	16.27	-0.19	+0.31

Nirgends ein merklicher Gang. Das allgemeine Mittel ist (I-II) $_x = -0.191$, (I-II) $_y = +0.310$, die Reduktion der Örter der einzelnen Platte auf das Mittel beider also

$$\begin{aligned} \text{für I} \quad & \text{in } x +0.10 \quad \text{in } y -0.15 \\ \text{II} \quad & -0.10 \quad +0.15. \end{aligned}$$

Nach Anbringen dieser Reduktion wurden nochmals die Differenzen beider Platten gebildet und, nach Größenklassen geordnet, die w. F. des Ortes auf einer Platte abgeleitet. Es ergab sich:

**	Gr.	w. F. x	w. F. y
6	14 ^m 34	± 0.045	± 0.081
11	14.77	.105	.091
20	15.19	.077	.081
24	15.81	.075	.099
148	16.27	.131	.139

Im Mittel aus dem Gesamtmaterial w. F. $x, y = \pm 0.120$; damit der w. F. einer Koordinate aus dem Mittel beider Platten ± 0.085 .

Zur Ermittlung der Helligkeiten der Haufensterne wurde eine dritte Aufnahme, Platte 254 von 1916 April 10, aufgenommen von Prof. *Küstner*, herangezogen, auf der der Haufen und die Polgegend mit je 90^m Exposition enthalten sind. Die Platte enthält 62 Polsterne bis 16^m1 der Mt. Wilson-Polsequenz. Zur Ortsbestimmung sind die Bilder nicht scharf genug, doch gut für die Größenbestimmung, da Pol- und Haufensterne im Aussehen sich nicht unterscheiden. Beide Sternarten wurden gleichmäßig zweimal in der hier üblichen Stufenskala geschätzt. Die nachstehende Tabelle enthält: Zahl der Polsterne der einzelnen Stufen -1, 0, 1 usw., die mittlere Stufe in der gruppenweisen Zusammenfassung, das entsprechende Mittel der Mt. Wilson-Größen nach Berücksichtigung der geringen Extinktionsdifferenz, das Ergebnis einer graphischen Ausgleichung.

**	St.	M. W.	Kurve	**	St.	M. W.	Kurve
10	-0.47	16 ^m 16	16 ^m 16	8	+3.72	14 ^m 51	14 ^m 48
16	+0.73	15.49	15.51	4	+4.69	14.25	14.25
7	+1.71	15.12	15.11	3	+5.58	13.90	14.04
10	+2.52	14.76	14.80	4	+7.00	13.85	13.79

Die Stufenschätzungen der Haufensterne wurden nun dementsprechend in Größen verwandelt. Hierbei wurden in den Außenteilen des Haufens alle sichtbaren Objekte beobachtet, im Kern nur Sterne, die auf Pl. I heller als Stufe 6 waren. So standen 84 Sterne zur Verfügung zur Verwandlung der Stufen auf den beiden Meßplatten in Größen. Die entsprechenden Mittelwerte und Reduktionstafeln nach der graphischen Ausgleichung sind folgende.

Ordnung nach der Helligkeit der Sterne fast konstant. Der Raumersparnis halber teile ich hier nur einen Endkatalog mit, nicht die Einzelmessungen. Die auf beiden Platten erhaltenen Koordinaten der Haufensterne wurden in üblicher Weise miteinander verglichen. Bei Ordnung nach x, y und der Größe (über diese siehe unten) ergaben sich folgende systematische Differenzen (I-II):

**	St.	m	Reduktion der Stufen in Größen		
Pl. I			St.	Pl. I	Pl. II
13	0.88	16 ^m 08	0.0	16 ^m 52	16 ^m 96
21	1.39	16.14	1.0	16.23	16.73
14	2.27	15.85	2.0	15.93	16.49
6	3.33	15.48	3.0	15.60	16.25
11	4.40	15.15	4.0	15.28	16.02
9	5.16	14.87	5.0	15.00	15.79
5	6.56	14.69	6.0	14.78	15.55
5	8.46	14.42	7.0	14.63	15.31
Pl. II			8.0	14.49	15.08
6	2.75	16.06	9.0	14.35	14.85
28	3.44	16.15	10.0		14.60
10	4.27	16.03	11.0		14.36
9	5.15	15.52	12.0		14.13
11	7.27	15.21	13.0		13.88
6	8.15	14.98			
6	9.30	14.79			
8	10.90	14.46			

Nach den schwächsten Größen hin war eine geringe Extrapolation erforderlich. Bei Ordnung der Differenzen der Größen auf I und II nach der Helligkeit zeigte sich, daß alle gleich genau beobachtet sind. Im Mittel ergab sich der w. F. der Größen auf einer Platte zu ± 0.117 , für das Mittel aus beiden Platten also ± 0.083 .

Der Nullpunkt des nachstehenden Katalogs rechtwinkliger Koordinaten von 242 Sternen ist $14^h 1^m 0.000 + 29^\circ 1' 0.00$ Äq. 1900.0, Epoche 1915.87, System N.F.K. Die Bedeutung der Spalten erhellt aus den Überschriften; nur auf II gemessene Sterne wurden am Stereokomparator auf I verifiziert, wenn sie dort auch zum Messen zu schwach waren. Noch ist zu bemerken: *85: nur auf I, unsicher, auf II verifiziert. *95 ist veränderlich, auf I 15^m60, auf II 16^m55. Auf der Polplatte sind beide gleich hell, auf einer vierten Aufnahme Nr. 212 von 1915 Juni 5 ist *95 nicht sichtbar, wohl *93 und *102.

Nr.	Gr.	(I-II) $_m$ (0 ^m 01)	X	(I-II) $_x$ (0 ^m 01)	Y	(I-II) $_y$ (0 ^m 01)
1	16 ^m 30	+29	-530.22	-34	+428.99	-18
2	14.47	+33	-508.22	-13	+450.39	-27
3	16.21	+4	-480.43	-1	+184.40	+18
4	16.38	+13	-460.44	+3	-49.88	+26
5	16.11	-5	-448.90	+23	-75.51	-33
6	15.78	-3	-441.09	+18	-388.38	-6
7	16.09	+14	-430.64	+3	-304.39	-2

Nr.	Gr.	(I-II) _m (o ^m oi)	X	(I-II) _x (o ^o oi)	Y	(I-II) _y (o ^o oi)	Nr.	Gr.	(I-II) _m (o ^m oi)	X	(I-II) _x (o ^o oi)	Y	(I-II) _y (o ^o oi)
8	16 ^m 00	-16	-417.49	+30	+32.20	+4	64	16 ^m 39	-32	-83.24	-24	-137.07	+33
9	16.19	+22	-358.36	+11	-144.16	-2	65	16.53	-16	-82.45	-30	+7.41	+47
10	16.40 ^a	-6	-339.58	+13	+23.69	-50	66	15.01	-2	-81.80	-21	-97.02	+8
11	14.70	+8	-328.10	-9	+226.10	-6	67	16.45	-	-81.21	-	+239.19	-
12	16.05	-41	-307.58	-47	-233.10	+39	68	16.01	-2	-81.38	-41	-56.66	-19
13	16.30	-	-291.99	-	-47.61	-	69	16.10	-5	-81.13	-25	-47.43	+18
14	16.96	-	-287.13	-	+25.15	-	70	16.96	-	-80.84	-	+34.59	-
15	14.30	+11	-253.10	-2	-202.38	-1	71	16.10	-5	-79.83	+14	+12.55	-10
16	15.74 ^a	-11	-247.03	-25	-230.07	+22	72	16.96 ^a	-	-79.61	-	+73.64	-
17	16.20	-9	-244.49	+12	-193.06	-9	73	16.63 ^a	-21	-78.62	+60	-31.94	-24
18	16.02	+12	-242.68	+15	+13.69	+34	74	16.21	+4	-78.90	-51	+200.36	+2
19	15.97	-10	-239.28	+1	-239.35	+3	75	16.03	-21	-77.67	+10	-8.03	-11
20	16.36	-26	-230.84	-6	-252.94	+30	76	16.15	-45	-77.32	+2	-14.57	-9
21	16.96	-	-219.09	-	-177.34	-	77	16.25	+11	-76.29	-8	-218.27	+3
22	16.96	-	-218.13	-	+167.36	-	78	16.09	-33	-73.98	+7	-30.37	+17
23	16.29	+29	-209.02	-24	-293.29	+22	79	16.21	+4	-73.34	-32	-13.10	+13
24	15.22	-43	-209.04	-12	+33.27	+3	80	15.89	-26	-72.16	-1	-4.33	-11
25	16.01	-2	-207.39	-9	-342.99	-2	81	16.16	-31	-71.26	-13	-43.00	+32
26	16.00	-16	-205.75	+6	+17.34	+2	82	15.91	+1	-70.86	-2	+190.64	-15
27	16.27 ^a	-21	-203.75	+40	+31.00	0	83	16.38	+14	-70.15	+42	-99.67	+47
28	16.79	-	-202.44	-	+271.27	-	84	16.40	-14	-68.64	-27	+25.79	-20
29	15.95 ^a	-5	-199.43	-2	-438.57	-14	85	16.52 ^a	-	-67.04	-	-149.09	-
30	14.74	+40	-196.75	+31	-324.34	0	86	15.07	-1	-63.99	+3	-7.72	+16
31	16.23	-24	-191.06	+31	-52.16	-12	87	16.96	-	-63.47	-	-90.46	-
32	16.43 ^a	-25	-189.63	+34	-122.04	-11	88	16.56	-22	-63.08	+21	+21.51	+62
33	16.17	-14	-188.62	+6	+121.94	+15	89	16.15	+3	-58.57	+2	+229.65	-6
34	16.13	-24	-188.95	+13	-16.58	-17	90	15.03	+37	-57.82	-24	-115.93	+13
35	16.06	-27	-174.80	-12	-106.74	+12	91	16.49	-24	-58.05	+4	+108.10	-37
36	16.71	-33	-173.37	+31	-123.95	-30	92	16.96	-	-55.78	-	-258.55	-
36a	14.36	+12	-170.24	+13	-391.18	-11	93	16.13	-25	-55.84	+5	-27.55	-6
37	16.21	+4	-170.48	+23	-202.97	-5	94	15.89	-26	-52.48	+16	-88.84	+27
38	16.52	-30	-160.57	+45	+150.27	-1	95	-	-	-52.20	+18	-34.43	-9
39	15.15	+42	-160.70	-23	+1.99	-23	96	15.78	-3	-51.34	-18	-111.53	-4
40	16.52 ^a	-	-157.92	-	-133.65	-	97	15.81	-42	-49.56	-7	+60.49	+57
41	16.18	-51	-158.50	+15	+33.75	+25	98	16.96	-	-49.27	-	+48.96	-
42	16.22	-43	-154.65	+16	-38.34	-8	99	16.11	-39	-47.33	-5	-61.11	+17
43	14.89	+10	-148.05	+6	+234.46	-7	100	14.93	+39	-44.16	+8	-58.56	+16
44	16.06	-27	-145.27	-3	+16.09	-26	101	16.23	-29	-40.23	-10	-59.61	+10
45	16.96	-	-136.96	-	-83.27	-	102	16.30	-14	-46.44	+12	-29.29	-2
46	15.33	-9	-132.80	+37	+49.25	-5	103	16.47	-4	-45.75	+6	-98.59	-7
47	16.53	-3	-130.67	-19	+293.90	+15	104	16.05	+6	-44.86	+1	+180.32	+43
48	16.19	-37	-129.34	-31	-23.06	+6	105	16.71 ^a	-38	-44.07	+5	+44.59	+38
49	16.09	-33	-127.47	-64	-29.02	+8	106	16.71 ^a	-38	-43.16	+25	+154.66	+14
50	16.90	-	-123.98	-	-106.59	-	107	16.03	+11	-41.16	-21	-83.60	+17
51	15.48	-39	-121.34	-6	-54.18	-6	108	16.96	-	-40.67	-	+38.26	-
52	15.25	-36	-119.59	0	-156.73	+24	109	16.63	-21	-38.92	+38	+116.10	+6
53	16.96	-	-112.22	-	-14.67	-	110	16.00	-41	-37.00	+5	+64.42	+27
54	16.57	-9	-110.74	-27	-28.15	-13	111	16.57	-54	-33.73	-25	+32.17	+30
55	16.20	-33	-102.10	+5	+93.16	+8	112	16.96	-	-33.43	-	+20.70	-
56	15.97	-	-102.00	-	-17.85	-	113	15.50	-45	-32.36	-10	+60.86	+14
57	16.16	+15	-100.49	-27	-208.98	-1	114	16.23	-	-32.17	-	-164.96	-
58	16.14	-11	-99.45	-10	+115.26	-36	115	16.56 ^a	-22	-30.10	+40	-117.73	0
59	16.96 ^a	-	-93.33	-	+98.30	-	116	16.50	-10	-29.75	+1	+122.13	-30
60	14.57	+42	-91.49	-3	-124.95	+27	117	15.95	-5	-29.65	-20	-2.38	-16
61	16.27 ^a	-8	-86.64	-10	+84.79	0	118	16.22	-43	-27.50	-1	-1.38	+33
62	16.10	-19	-85.55	-20	-163.10	+25	119	16.24	-2	-26.11	-3	+41.19	+25
63	16.15	+3	-84.70	-2	+18.37	-9	120	16.24	-2	-24.20	+21	+15.58	+35

Nr.	Gr.	(I-II) _m (o ^m o1)	X	(I-II) _x (o ^m o1)	Y	(I-II) _y (o ^m o1)	Nr.	Gr.	(I-II) _m (o ^m o1)	X	(I-II) _x (o ^m o1)	Y	(I-II) _y (o ^m o1)
121	16 ^m 05	+ 6	-23.92	-25	-80.61	-12	178	15 ^m 74	-11	+44.76	+19	+18.30	+ 4
122	16.84	—	-22.89	—	-156.90	—	179	14.89 ^a	-13	+45.02	+15	+82.34	- 7
123	16.25	-35	-22.26	0	-39.34	+15	180	16.24	-15	+48.35	-12	-47.19	+ 3
124	15.16	-18	-19.35	-14	-108.83	-16	181	15.98	+37	+50.10	+13	-161.56	+ 4
125	16.70	-51	-18.77	+ 3	-14.84	+45	182	15.52	-31	+49.96	+ 8	-4.94	-10
126	16.84	—	-15.77	—	-36.95	—	183	16.33	- 7	+50.92	+14	+109.23	+26
127	16.04	- 8	-15.08	+25	-63.60	- 4	184	16.00	+32	+57.82	+23	-159.77	+13
128	16.17	- 3	-14.91	+28	-299.28	-31	185	16.28	+18	+62.15	+ 6	-243.52	-11
129	16.15	+ 3	-15.03	- 9	-169.49	+32	186	16.11	-39	+62.93	+12	+19.35	+22
130	15.96	+46	-14.58	- 4	-95.15	+18	187	15.08	+12	+62.93	- 4	+106.75	- 9
131	16.04	- 8	- 8.32	+20	+150.38	+ 2	188	16.43 ^a	-12	+68.97	+37	- 5.14	+27
132	15.01	-14	- 7.83	- 7	+28.08	+ 9	189	16.20	- 9	+72.07	- 6	+159.47	+ 7
133	16.33	-20	- 4.68	+29	-128.20	- 3	190	15.20	+ 2	+72.78	-14	+37.12	+12
134	16.19	-23	- 4.23	+ 3	-114.40	+25	191	16.21	+ 4	+74.09	-26	+195.87	-22
135	16.21	+ 4	- 4.20	+ 3	-72.74	- 6	192	16.79	—	+76.62	—	+117.65	—
136	16.96 ^a	—	- 2.84	—	-60.84	—	193	16.52	-30	+81.13	+56	-130.42	+31
137	16.40 ^a	- 6	- 2.52	-29	-254.15	-44	194	16.60	-47	+82.89	-51	-47.84	-17
138	16.10 ^a	+26	- 1.04	0	-190.02	+11	195	15.77	-17	+85.48	- 7	-97.90	- 3
139	16.00 ^a	-49	- 1.19	-19	+13.55	-26	196	16.96	—	+88.92	—	+ 5.21	—
140	16.10 ^a	-19	- 0.16	-10	-24.56	-26	197	15.17	- 5	+94.75	+ 2	-30.72	-17
141	16.18 ^a	+54	+ 0.70	- 6	-32.11	+ 2	198	16.40	- 6	+94.82	+11	+41.63	- 4
142	16.18 ^a	+10	+ 1.21	-42	-206.26	+ 4	199	16.38	+14	+95.40	+ 9	+46.00	+52
143	15.70	- 5	+ 2.40	- 6	+46.64	+37	200	16.31	- 1	+96.77	-27	-261.07	- 7
144	16.15 ^a	-45	+ 3.40	+ 1	+79.59	+27	201	16.09	-19	+96.92	+41	-49.97	+18
145	16.66	-27	+ 3.86	+13	-99.10	-25	202	16.29	-41	+100.66	+ 7	-49.16	+23
146	16.00	-16	+ 5.67	-27	-54.37	-11	203	16.36	-26	+102.43	-23	-11.57	- 5
147	16.96	—	+ 4.02	—	+20.00	—	204	16.15	+ 3	+103.04	- 2	- 5.60	+27
148	16.32	-42	+ 9.29	-15	-10.87	- 3	205	16.39	-32	+107.70	+12	- 8.91	+24
149	16.23 ^a	-29	+ 9.72	-14	+21.35	+15	206	14.39	+ 6	+119.20	- 1	+41.04	+ 6
150	16.27	-21	+ 9.77	- 2	+35.48	+62	207	16.14	-45	+122.29	-11	+257.32	- 2
151	16.96	—	+11.13	—	-161.42	—	208	16.21	+ 4	+123.77	- 3	-329.35	+10
152	16.09	+14	+12.10	+17	-40.41	-32	209	16.33	-20	+125.09	-12	-509.45	+11
153	16.14	-11	+15.20	+ 9	-63.22	+16	210	16.27	-21	+124.97	- 4	+14.68	+ 7
154	16.65	-27	+16.77	+43	+164.24	- 8	211	14.74	- 8	+125.90	-10	-67.07	+24
155	14.92	+16	+17.89	+32	-304.20	-17	212	16.50	+ 3	+126.86	0	+92.35	-14
156	16.47 ^a	- 4	+17.32	-82	-85.04	-48	213	16.20	-23	+130.75	- 3	-363.45	- 1
157	15.50 ^a	+ 3	+17.54	- 5	+20.56	-20	214	16.27	+ 5	+134.33	+27	-54.87	- 6
158	15.90	+21	+19.58	+17	-92.11	- 6	215	15.24	+ 9	+134.41	+24	-128.78	+17
159	15.19	-24	+19.14	-11	-57.60	-20	216	14.39	+ 6	+140.79	+ 3	-187.69	-21
160	16.26	-35	+20.40	-11	-64.37	-16	217	15.80	-56	+141.41	+14	-125.04	+ 8
161	16.07	+19	+21.25	- 4	+120.01	- 6	218	14.70 ^a	+ 8	+140.76	-27	-519.89	+14
162	16.17	-17	+20.52	+91	-111.73	-16	219	16.53	-16	+142.52	- 3	-50.71	+38
163	15.97	-10	+22.04	+ 9	-110.22	- 8	220	16.59 ^a	+28	+143.57	+ 8	-244.02	-44
164	15.18	+26	+21.81	+ 2	-16.64	- 3	221	15.70	-19	+149.08	+ 6	-151.99	- 6
165	15.09	-19	+21.97	+10	+ 8.88	+11	222	16.10 ^a	- 5	+153.32	-38	+93.64	-106
166	16.44	+ 2	+22.94	+ 3	+14.49	+23	223	16.50	+ 3	+157.20	+26	+137.04	-55
167	16.58	-42	+23.40	+22	+128.03	- 4	224	15.99	-63	+164.25	+ 5	-68.04	+20
168	16.96	—	+25.55	—	-78.34	—	225	16.96	—	+180.09	—	-21.44	—
169	16.13	-25	+26.89	-31	-46.07	-31	226	15.13	-25	+195.11	+ 5	-66.84	+ 4
170	16.35	+20	+28.04	-21	-36.43	+10	227	16.22	-43	+201.99	+15	- 6.00	-22
171	16.49	-24	+28.69	- 6	-41.56	+35	228	15.40	+41	+211.49	+ 1	+128.41	- 2
172	16.68	-32	+29.19	-54	-17.98	-76	229	16.43	-25	+213.36	+37	-34.19	+49
173	16.10	- 5	+31.37	+33	-218.36	- 2	230	16.79	—	+222.03	—	-36.79	—
174	16.27	- 3	+33.56	+26	-85.31	-32	231	16.24	- 2	+241.77	+ 3	+56.49	+12
175	16.49	-37	+34.26	- 5	-160.77	-29	232	15.55	- 6	+252.36	-19	+203.48	- 1
176	16.67	—	+39.25	—	+92.15	—	233	14.13	+38	+281.08	+ 7	+455.49	- 4
177	16.36	-26	+41.67	-39	-40.51	+ 2	234	16.59	-28	+282.45	-27	+163.66	-26

Nr.	Gr.	(I-II) _m (0 ^m 01)	X	(I-II) _x (0 ^o 01)	Y	(I-II) _y (0 ^o 01)
235	16 ^m 12	+ 8	+307.07	- 6	- 11.82	+34
236	16.18	+10	+308.61	- 4	+183.33	+27
237	14.56	- 7	+313.68	-12	+ 71.19	+16
238	16.25	+11	+446.30	+ 9	+236.52	+ 9
239	16.40	- 6	+459.25	+ 5	+469.39	+67

Bonn, Sternwarte, Juni 1922.

Nr.	Gr.	(I-II) _m (0 ^m 01)	X	(I-II) _x (0 ^o 01)	Y	(I-II) _y (0 ^o 01)
240	15 ^m 81	+ 5	+460.77	+18	-485.56	-11
241	14.77 ^a	-14	+464.06	+13	+464.55	+10

Der Index a hinter der Größe bezeichnet, daß auf einer der Platten die Messung unsicher ist, teils durch die Gitterstriche, teils aus anderen Gründen.

℥. Hopmann.

Über die Rotverschiebung auf dem Sirius.

In einer kleinen Schrift hat *Ejnar Hertzsprung*¹⁾ die Resultate seiner Untersuchungen über den weitverzweigten Strom der Bärensterne, dem auch der Sirius angehört, zusammengestellt. Die an dieser Stelle für Sirius gegebenen Daten einerseits und die in einer Untersuchung über die Dichten der Doppelsterne von *E. Bernewitz*²⁾ andererseits geben, weil von ganz verschiedenen Wegen kommend, eine auffallende Übereinstimmung der aus ihnen berechneten Rotverschiebung im Sinne der allgemeinen Relativitätstheorie. Dieser kurze Hinweis möge dazu dienen, das zu einer genaueren Bearbeitung wünschenswerte neuere Beobachtungsmaterial zu erhalten, um nötigenfalls die hier mitgeteilte Rechnung berichtigen zu können. Die früheren Versuche, an Objekten des Fixsternhimmels die von der allgemeinen Relativitätstheorie geforderte Rotverschiebung nachzuweisen, so der von *E. Freundlich*³⁾ an der Gruppe der Orionsterne und der von *O. Kohl*⁴⁾ an dem Taurusstrom, mußten hinsichtlich der das Gravitationspotential bestimmenden Massen zu Hypothesen Zuflucht nehmen. Es konnte daher bei diesen Untersuchungen nur eine qualitative Bestimmung des Effektes herauskommen. Die so dringend gewünschte quantitative Bestimmung, die auf der Sonne wegen lokaler Druck- und Bewegungserscheinungen großen Schwierigkeiten begegnet, scheint nun doch mittels des hier gewählten Falles möglich.

Die eingangs zitierte Schrift enthält auf S. 6 eine Tabelle mit dem Zahlenmaterial für den Bärenstrom. Darnach ist für Sirius eine Geschwindigkeit von -8.5 km aus dem Strom berechnet worden, während die Beobachtung eine solche von -7.4 km ergibt. Der Unterschied von 1.1 km, um den also die Beobachtung die Annäherungsgeschwindigkeit des Sirius an die Sonne kleiner erscheinen läßt, soll im folgenden als eine Rotverschiebung im Sinne der allgemeinen Relativitätstheorie aufgefaßt und die Bestätigung dafür durch Anwendung der hierfür gültigen Formeln gesucht werden.

Das wesentlich Verschiedene des vorliegenden Falles gegenüber den oben erwähnten Versuchen, eine Rotverschiebung nachzuweisen, ist der Umstand, daß wir bei Sirius als einem visuellen Doppelstern mit bekannter Parallaxe die Massen- und Dichtenverhältnisse kennen. Diese Werte entnehme ich der Arbeit von *E. Bernewitz* und der auf sie Bezug nehmenden Notiz von *Guthnick* in dem Astronomieband der Kultur der

Leipzig, Universitätssternwarte, 1922 November 27.

Gegenwart S. 422. Es liegen der hier nach *Laues* Relativitätstheorie, II. Bd., S. 191, durchgeführten Rechnung folgende Werte zugrunde: Gravitationskonstante = $6.675 \cdot 10^{-8}$, Sonnenmasse = $1.94 \cdot 10^{33}$, Sonnenradius = $6.954 \cdot 10^{10}$, Masse des Sirius = 2.4 Sonnenmassen und Radius des Sirius = 1.376 Sonnenradien. Wird nun der für das Verhältnis der Wellenlängenänderung zur Wellenlänge selbst gefundene Wert, im vorliegenden Falle $3.611 \cdot 10^{-6}$, mit dem Wert der Lichtgeschwindigkeit in Kilometern multipliziert, so erhält man die ihm entsprechende Geschwindigkeit im Visionradius. Die Rechnung gibt also

$$3.611 \cdot 10^{-6} \cdot 2.999 \cdot 10^5 = 1.08 \text{ km.}$$

Der so aus dem Gravitationspotentialgefälle Erde-Sirius gefundene Wert ist in Übereinstimmung mit dem aus dem Unterschied zwischen tatsächlich beobachteter und aus dem Strom berechneter Radialgeschwindigkeit 1.1 km.

Es kann also die Rotverschiebung ihrem geforderten Betrage nach als erwiesen gelten, sofern man das ihr zugrunde gelegte Material, besonders die Radialgeschwindigkeiten, für eine derartige Untersuchung brauchbar halten darf. Darüber fehlt die nötige Angabe in der zitierten Arbeit und ihre Ermittlung bleibt derselben oben erwähnten, beabsichtigten Bearbeitung vorbehalten. Darf man die Radialgeschwindigkeit des Sirius mit derselben Genauigkeit bestimmt annehmen wie die von ζ Ursae majoris, einem Stern von verwandtem Spektraltypus, die *Ludendorff* zu ± 0.49 kman gibt (AN 180.286), oder noch genauer, dann ist Aussicht vorhanden, daß die obige Untersuchung zu Recht besteht. Ein größerer m. F. oder eine etwa ihr anhaftende systematische Verfälschung, wie solche z. B. bei den von *Adams* bestimmten Radialgeschwindigkeiten bis zu 4 km, würden die Untersuchung vorläufig nicht ermöglichen. Es müßte die Herbeischaffung geeigneten Materials durch die Beobachtung abgewartet werden.⁵⁾ Es unterliegt keinem Zweifel, daß die hier eingeschlagene Methode gut geeignet ist zu einer quantitativen Bestimmung der Rotverschiebung, nämlich: Ein genaues Studium der Sternströme und der in ihnen enthaltenen Doppelsterne, wodurch man zur Kenntnis der tatsächlichen Relativgeschwindigkeit gegenüber der Sonne und zur Kenntnis der Massen gelangt. Derartige Untersuchungen sollen hier weiter im Auge behalten werden, und ich bitte die Fachkollegen um Mitteilung jeglichen Beobachtungsmaterials.

℥. Weber.

¹⁾ Nachr. d. K. Ges. d. W., math.-phys. K., Göttingen 1909.

²⁾ AN213.1.

³⁾ Phys. Z. 20.561.

⁴⁾ Phys. Z. 22.665

⁵⁾ Berechnung der Radialgeschwindigkeit des Sirius aus Parallaxe, Vertex und Eigenbewegung — bei *Hertzsprung* ist sie ja aus der spektroskopischen Stromgeschwindigkeit abgeleitet — ergab -8.9 km, also ebenfalls eine größere Annäherungsgeschwindigkeit als die Beobachtung, ein Ergebnis, auf Grund dessen sich für β und ζ Ursae majoris eine größere negative Geschwindigkeit erwarten läßt, dessen Prüfung aber nur bei Kenntnis der Parallaxe dieser Sterne möglich ist. Die oben geäußerte Befürchtung systematisch verfälschter Radialgeschwindigkeiten kann ich für die von *Hertzsprung* verwendeten Werte nach Einsicht der betreffenden Literatur als nicht begründet annehmen.