

## Photometrische Untersuchungen von Nebelflecken. Von J. Hopmann.

1. Die nachstehenden Beobachtungen geschahen mit einem *Graffschen* Vergleichskeilphotometer<sup>1)</sup> am 6-Zöller der Bonner Sternwarte von 1920 März bis 1921 April. Brennweite des Instruments 1.98 m, Vergrößerung 45 mal. Zur Erzeugung der künstlichen Sterne diente eine 2-Voltlampe mit einem größeren Akkumulator. Der Nullstellung des Keils entspricht dann etwa ein Stern 5<sup>m</sup> bei direktem, 0<sup>m</sup> bei indirektem Okular. Der Photometerkeil, von Steinheil, wurde wie folgt untersucht: a) die *Graffschen* Praesepesterne<sup>2)</sup> wurden in 3 Gruppen geteilt, deren jede Sterne aller Größenklassen enthielt. Jede Gruppe wurde mehrfach durchgemessen. b) In gleicher Weise wurde bei den Plejaden verfahren, wo die *Müller-Kempfschen* Sterne<sup>3)</sup> in eine größere Reihe örtlich begrenzter Gruppen geteilt wurden. Hier wurde sowohl mit direktem wie indirektem Okular gearbeitet. c) Aus der P. D. und den Fundamentalsternen für die Photometrie der Polkalotte<sup>4)</sup> wurden in der Nähe von  $\beta$  Ursae minoris zweimal 12 Sterne 2<sup>m</sup> bis 9<sup>m</sup> 5 gewählt, und diese »Sequenzen« mehrfach direkt wie indirekt durchgemessen. Für die Keilkonstante erhielt ich so:

Objekt	Art	n	K	von	bis
Praesepe	direkt	68	0 <sup>m</sup> 1579 ± 0 <sup>m</sup> 0014 w. F.	4 mm	32 mm
Plejaden	»	39	0.1576	14	9 35
»	indirekt	34	0.1582	12	22 53
Polsterne	direkt	36	0.1649	29	3 25 <sup>5)</sup>
»	indirekt	52	0.1546	09	15 53

Wesentliche Unterschiede zeigen die einzelnen Reihen nicht. Zusammenfassung unter Berücksichtigung der w. F. ergibt:

direkt	0 <sup>m</sup> 1585 ± 0 <sup>m</sup> 0010 w. F.
indirekt	0.1559
Praesepe	0.1579
Plejaden	0.1580
Polsterne	0.1555

Die direkten und indirekten Reihen, die sich auf etwas verschiedene Teile des Keils erstrecken, zeigen keine merkliche Fehlerwelle des Keils an. Jede der 3 Sterngruppen stellt ein photometrisches System dar, die aber nach Ausweis dieser Beobachtungen völlig homogen sind, wie es natürlich auch bei ihrer Anlage beabsichtigt war. Ich habe daher das Mittel der letzten 3 Werte, unter Berücksichtigung der w. F., als endgültige Keilkonstante angenommen, und zwar 0<sup>m</sup>1577 ± 0<sup>m</sup>0004.

2. Photometrische Untersuchungen über Nebelflecke gibt es bis heute nur wenige<sup>6)</sup>. Den ausgedehntesten Beitrag gab J. *Holetschek*<sup>7)</sup>. Hier fanden die Beobachtungen an einem 6-Zöller von 2.55 m Brennweite bei 60 mal. Vergrößerung und dem zugehörigen 1.4-zölligen Sucher (41 cm, 13 mal) statt<sup>8)</sup>.

*Holetschek* suchte »die Auffälligkeit, Wahrnehmbarkeit oder Gesamthelligkeit eines Objektes durch Betrachtung mit den schwächsten optischen Mitteln mit der Helligkeit von Fixsternen vergleichbar zu machen . . . , also die Nebel in die Helligkeitsklassen der Fixsterne einzureihen«. Diese Arbeit ist die Grundlage für die vorliegende. Die Aufstellung des Beobachtungsprogramms geschah nach folgenden Gesichtspunkten: a) Die Objekte sollten als Sterne oder mit der Bezeichnung »neb« in der B. D. stehen. b) *Holetschek* sollte nicht nur die geschätzte Größe, sondern auch eine oder mehrere Vergleichen mit bestimmten Nachbarsternen geben, d. h. für die Helligkeit sollte im allgemeinen eine Art Stufenschätzung vorliegen. Meine Aufgabe war dann die photometrische Messung der Vergleichsterne, für die *Holetschek* nur Schätzungen oder die BD-Größen hatte, die also besonders unter 9<sup>m</sup> sehr unsicher sind. Neue Vergleichen nach Art der Wiener geschahen nicht, da letztere mir bei der jahrzehntelangen Übung *Holetscheks* auf diesem Gebiet und dem verwandten der Kometenhelligkeiten die sicheren zu sein schienen. Neben den Vergleichsternen habe ich, wo es möglich schien, die Kernhelligkeit gemessen, doch sind diese Ergebnisse natürlich vom Instrument und der benutzten Vergrößerung besonders abhängig. — Die Beobachtungsart war folgende: Zu jedem Nebel und seinen Vergleichsternen suchte ich zwei benachbarte, möglichst diametral gelegene PD-Sterne als Anhalt. Einer von diesen wurde zu Beginn, einer zum Schluß jedes Satzes beobachtet. Alle Objekte wurden viermal eingestellt. Zu jedem Satz von durchschnittlich 15 Minuten Dauer (einschließlich Identifizierung usw.) gehörten so 2 Anhalt-, 2 bis 4 Vergleichsterne und der Nebel. Benachbarte Nebel wurden meist in einem Satze zusammen mit ihren Vergleichsternen erledigt (z. B. NGC 205 u. 221). Jeder Nebel usw. wurde mindestens an zwei verschiedenen Abenden gemessen. Die nachstehende Tabelle 1 enthält das Ergebnis der Beobachtungen in möglichst gedrängter Form. Die einzelnen Spalten geben: 1) Nr. des Nebels im NGC. 2) Nr. der Anhaltsterne aus der P. D. 3) BD-Nr. der Vergleichsterne bzw. kurze Ortsangabe in bezug auf den Nebel; ferner *N*, falls der sternartige Kern des Nebels gemessen wurde. 4) Die Größe der Objekte unter 3) als Ergebnis meiner Messungen. Aus den z. T. weitläufigen Angaben von *Holetschek* wurde sodann mittels 4) die Helligkeit des Nebels in Größenklassen, Spalte 5), abgeleitet<sup>9)</sup>. Die Spalten 6) und 7) finden später ihre Erklärung, 8) gibt die Klasse des Nebels an, ob planetarisch oder vom Typus der Spiralnebel. 9) enthält die Nr. der zum Schluß der Liste stehenden Bemerkungen.

Aus den hier der Raumersparnis halber nicht mitge-

<sup>1)</sup> Zeitschrift für Instrumentenkunde. 1915.

<sup>2)</sup> AN 4357 (182.197).

<sup>3)</sup> Meist unbequeme Körperhaltung.

<sup>4)</sup> AN 5009 (209.269).

<sup>5)</sup> AN 3587-88 (150.193).

<sup>6)</sup> Vergl. *Scheiner*, Populäre Astrophysik, S. 571, *Wirtz* AN 4883 (204.189) und die dort angegebene Literatur.

<sup>7)</sup> Annalen der Wiener Sternwarte 1907.

<sup>8)</sup> Nach dankenswerter brieflicher Mitteilung von Herrn *Holetschek*.

<sup>9)</sup> Auch mit den PD-Sternen, Spalte 2), bei einigen helleren Objekten.

teilten Einzelwerten für die Helligkeiten der Vergleichsterne ergeben sich folgende w. F. einer Beobachtung:

von	bis	**	w. F.
> 8 <sup>m</sup> 0		9	± 0 <sup>m</sup> 072
8 <sup>m</sup> 0	8 <sup>m</sup> 5	24	096
8.5	9.0	29	114
9.0	9.5	38	134
9.5	10.0	30	118
10.0	10.5	20	141
10.5	11.0	19	145
11.0	11.5	22	200
< 11.5		21	162

Insgesamt aus 212 Sternen: ± 0<sup>m</sup>133. Folgendes mögen wohl die Ursachen für diese ziemlich hohen Beträge sein: a) Die Reihe ist meine erste photometrische; dazu kommen die oft unbequemen Arbeitsbedingungen in der kleinen Kuppel. b) Das mangelhafte, dem Photometer beigegebene Okular, eine einfache Linse, die bald außerhalb der Achse nur noch unscharf zeichnete. c) Für die Hälfte der gemessenen Sterne war der 6-Zöller zu klein. Als Vergleich sei angeführt, daß *Graff* am Hamburger 60 cm-Refraktor mit einem gleichartigen Photometer folgende w. F. hat: Aus 30 Sternen<sup>1)</sup> 12<sup>m</sup>5–14<sup>m</sup>2 ± 0<sup>m</sup>091 (9<sup>m</sup>6–11<sup>m</sup>1 entsprechend für einen 6-Zöller), aus 23 Sternen<sup>2)</sup> 14<sup>m</sup>4 ± 0<sup>m</sup>110 (11<sup>m</sup>5 entsprechend für einen 6-Zöller). Immerhin ist auch meine Genauigkeit (w. F. für den einzelnen Vergleichstern, bei mindestens zwei Beobachtungen desselben, ± 0<sup>m</sup>095) in Anbetracht des ganzen Problems m. E. völlig ausreichend, wie auch das folgende zeigt.

Tabelle 1.

NGC	PD	Vergl.-Stern BD-Nr.	Gr.	Gr.	Nebelfläche	Inten- sität	Form	Bem.
205	310	40°142	9 <sup>m</sup> 15	9 <sup>m</sup> 25	120×120	19.3	S	1
	403							
221	310	40 145	9.15	8.85	156 108	19.2	S	1
	403	40 149	9.04					
		N	9.84					
224				5.00	7200 1800	22.5	S	2
598				7.00	3240 3240	24.3	S	3
628	944	15 241	10.57	10.57	480 480	23.7	S	4
	981							
650	953	50 326	9.47	9.87	87 42	18.1	P	5
651	1024							
1023	1552	38 533	9.18	10.23	360 78	20.1	S	
	1629	pr. austr.	10.37					
		N	11.86					
1931	3332	34 1073	9.43	9.73	180 180	20.7	S	
	3358	34 1075	9.72					
		N	10.91					
1952	3341	21 892	7.44	8.37	360 240	20.8	P?	6
	3408	21 899	7.62					
		22 922	7.72					
		22 924	8.79					
2068	3532	+ 0 1170	8.84	8.71	360 240	20.8	S	7
	3559	+ 0 1171	9.08					
		- 0 1073	8.81					
		N <sub>1</sub>	10.50					
		N <sub>2</sub>	11.02					

<sup>1)</sup> AN 5091 (213.33).

<sup>2)</sup> Abhandl. d. Hambg. Sternw. 2 Nr. 3 p. 20: 23 schwächste Plejadensterne.

NGC	PD	Vergl.-Stern BD-Nr.	Gr.	Gr.	Nebelfläche	Inten- sität	Form	Bem.
2392	4560	20°1820	8 <sup>m</sup> 67	8 <sup>m</sup> 45	18×18	14.5	P	
	4583	21 1597	8.32					
		21 1610	8.44					
		21 1614	7.93					
		21 1616	9.42					
		N	10.29					
2403	4604	65 576	8.49	8.69	960 600	20.3	S	
	4620	65 577	9.18					
2841	5496	51 1497	11.47	9.35	360 96	20.4	S	
	5529	51 1499	8.29					
		N	12.08					
2903	5581	21 2044	9.15	9.12	720 300	19.7	S	
	5603	22 2098	8.88					
3031	5752	69 542	8.30	8.32	960 600	22.5	S	8
	5835	69 545	8.02					
		69 550	8.33					
		69 552	8.10					
		N	10.94					
3034	5752	69 542	8.30	9.05	420 90	20.2	S	9
	5835	69 544	9.26					
3115	994	- 6 3066	8.88	9.49	240 60	19.6	S	10
	997	- 7 2954	11.00					
		N	10.83					
3351	6108	12 2247	11.19	11.40	180 180	22.4	S	11
	6139	12 2248	10.42					
		N	12.31					
3368	6108	12 2257	9.93	9.97	420 156	21.8	S	12
	6139	N	11.68					
3379	6108	13 2303	9.62	9.42	120 120	19.6	S	
	6139	N	11.55					
3384	6108	13 2308	10.73	10.73				
	6139							
3412	6186	14 2306	11.06	11.16				
	6261	N	11.59					
3489	6186	14 2326	11.11	11.21	150 60	20.8	S	
	6261	N	11.54					
3521	6252	+ 0 2740	10.56	10.13				13
	1071	0 2741	8.64					
		0 2734	10.28					
3587	6320	55 1453	9.46	9.41	200 200	20.2	P	14
	6367	55 1445	8.48					
		56 1510	9.02					
3623	6371	13 2385	10.56	9.94	480 120	21.6	S	15
	6378	14 2371	10.04					
		14 2373	10.11					
3627	6371	13 2391	8.68	9.07	480 150	20.9	S	16
	6378	13 2404	8.15					
		13 2389	9.85					
		N	12.03					
3626	6385	19 2441	10.80	11.26				
	6394	19 2442	11.72					
		N	12.37					
4051	6661	45 1986	11.45	11.95	240 120	22.8	S	
	6706							
4125	6685	65 870	9.70	10.27				
	6748	N	11.74					

NGC	PD	Vergl.-Stern BD-Nr.	Gr.	Gr.	Nebelfläche	Inten- sität	Form	Bem.	NGC	PD	Vergl.-Stern BD-Nr.	Gr.	Gr.	Nebelfläche	Inten- sität	Form	Bem.
4147	6746	19° 2533	10 <sup>m</sup> 52	10 <sup>m</sup> 55				17	4621	6939	12° 2501	9 <sup>m</sup> 78	10 <sup>m</sup> 00				25
	6719	19 2534	10.58							6979	N	11.60					
4214	6751	seq.austr.	11.96	11.26	480×240	23.6	S		4631	6972	33 2261	9.12	9.53	720×72	21.1	S	
	6772									7007	33 2264	9.24					
4216	6784	13 2511	10.70	10.85	420 60	21.6	S		4636	6956	3 2683	11.77	11.87				
	6796	N	11.65							7021	N	11.97					
4258	6765	47 1941	8.60	8.70	1200 360	22.8	S		4649	6939	12 2501	9.78	9.54	120 120	19.7	S	
	6770									6979	12 2503	11.04					
4278	6786	30 2254	10.37	10.77	60 60	19.4	S				12 2505	9.23					
	6851	N	12.02								N	11.57					
4303	6832	5 2618	10.44	10.59	360 360	23.1	S	18	4697	1186	— 5 3568	8.67	9.64	180 42	19.1	S	26
	6877									1187	— 5 3571	9.01					
4321		16 2365	9.90	10.51	300 300	22.7	S	19			— 5 3573	10.00					
		16 2367	11.09								— 5 3577	9.30					
			10.56								— 4 3355	10.15					
4374		13 2530	9.70	9.90	60 60	18.5	S	20			N	10.90					
	6828	N	11.43						4699	1186	— 7 3477	10.27	10.00				26
4382	6861	18 2609	10.42	10.02	240 120	20.9	S	21		1187	— 7 3480	8.86					
	6876	19 2571	8.69								— 7 3491	10.58					
	6891	N	11.77								— 7 3496	10.46					
											— 7 3501	8.40					
4406		13 2530	9.70	10.00	120 120	20.1	S	22			N	10.72					
4435		N	11.65	10.50					4725	7046	26 2397	8.95	9.16	300 240	21.0	S	
4438		N	11.83	10.30						7061	26 2401	9.67					
4450		17 2485	9.10	10.00							26 2402	9.07					
4449	6873	44 2196	9.10	9.47	210 120	20.2	S				N	11.97					
	6913	45 2040	9.85						4736	6961	41 2337	8.42	8.40				27
4486	6876	13 2545	8.68	9.70	120 120	19.8	S			7040	41 2339	8.74					
	6891	N	11.23							7075	42 2345	9.62					
4490	6873	42 2314	9.95	10.20	240 108	20.9	S				N	10.36					
	6913	42 2315	9.75						4826	7078	22 2521	9.15	9.25	480 240	21.6	S	28
		42 2316	10.32							7100							
4494	6915	26 2357	10.91	10.12					5005	7182	37 2375	10.92	11.12	300 90	21.9	S	
	6934	26 2360	9.40							7188	N	12.04					
		26 2361	9.09						5024	7176	18 2700	7.63	7.73				29
		26 2362	11.06							7229	18 2702	9.64					
4501	6876	15 2473	10.49	10.49	300 150	21.9	S	23			18 2703	9.68					
	6891										19 2647	8.48					
4546	1164	— 2 3534	10.02	10.25	90 30	18.5	S	24	5033	7182	pr.	11.71	11.81	360 180	23.4	S	
	1173	— 2 3537	10.50							7188	N	12.38					
		— 3 3317	10.66						5055	7193	42 2383	9.11	9.61	480 180	21.7	S	30
		seq.austr.	12.17							7266							
		N	11.75						5194	7327	48 2127	7.43	7.4	720 360	20.7	S	31
4552	6939	13 2553	9.95	9.91					5195	7337	N <sub>1</sub>	11.38					
	6959	13 2557	9.87								N <sub>2</sub>	11.76					
		N	11.59						5322	7421	60 1490	9.54	9.64				
4565	6915	26 2365	11.04	11.02	900 66	22.7	S			7472	N	12.10					
	6934	26 2367	11.19						5866	8035	pr. bor.	11.51	11.66	180 60	21.5	S	
		26 2368	10.26							8094	N	11.76					
4569	6939	13 2556	10.70	10.95					6210	8820	23 2978	8.12	8.50	20 13	14.3	P	
	6959	13 2558	11.19							8827	24 3049	9.01					
		N	12.05								N	9.90					
4579	6959	12 2493	10.02	9.66					6229	8849	47 2376	9.93	9.20				32
	6979	12 2494	8.93							8873	47 2379	9.58					
		N	11.48								47 2380	9.66					
4594	1166	— 10 3533	9.02	9.15	420 90	20.3	S	24			47 2382	9.05					
	1180	— 10 3534	8.88								47 2383	8.45					

NGC	PD	Vergl.-Stern BD-Nr.	Gr.	Gr.	Nebelfläche	Inten- sität	Form	Be- g.
6402	1553	— 2°4410	8 <sup>m</sup> 53	8 <sup>m</sup> 00				33
	1556							
6543	9508	65 1220	8.62	8.14	12×12	13.4	P	
	9621	N	9.65					
6572	9636	6 3631	7.93	8.36	14 19	13.6	P	
	9676	6 3651	9.39					
		6 3662	8.98					
		6 3668	8.36					
		N	9.34					
6712	1688	— 8 4748	8.97	9.00				34
	1697	— 8 4749	9.19					
6720	10229	32 3250	8.72	8.78	82 62	17.8	P	35
	10225	33 3245	8.83					
6779	10569	29 3542	8.95	8.38				36
	10621	29 3543	9.02					
		29 3550	7.99					
		30 3479	8.09					
6804	10709	N	11.80		32 25	17.7	P	37
	10761							
6826	10964	50 2861	8.03	8.40	27 24	15.4	P	
	10997	50 2863	8.38					
		50 2886	8.54					
		N	9.91					
6853	11125	22 3884	8.04	7.30	480 240	19.7	P	38
	11206	22 3887	7.73					
		22 3889	8.15					
6905	11526	19 4387	9.96	10.70	47 34	18.5	P	
	11572							
6933	11688	6 4566	8.47	9.64				39
	11702	6 4572	9.26					
		N	11.42					
7006	12037	15 4309	10.08	10.30				40
	12076	15 4313	10.52					
7008	12060	pr. bor.	11.26	12.2:			P	41
	12114	N	11.47					
7027	12106	41 3991	8.30	8.80	18 11	14.5	P	
	12109	41 3993	8.55					
		41 3995	9.24					
		41 4021	8.24					
		N	9.97					
7331	13229	33 4542	9.65	10.43	570 120	22.3	S	
	13253	33 4552	11.21					
		N	11.82					
7662	13773	41 4780	8.55	8.41	15 9	16.0	P	
	13810	N	10.90					
7814	14166	15 4927	9.40	10.36	180 48	19.9	S	
	14191	15 4928	9.52					

Bemerkungen. 1. Begleiter des gr. Andromedanebels.

— 2. Der große Andromedanebel, Helligkeit nach *Holetschek*.

— 3. Helligkeit nach *Holetschek*, Ausdehnung nach *Lundmark*<sup>1)</sup>, M 33 im Dreieck. — 4. M 74. — 5. M 76, als ein Objekt zu betrachten. — 6. M 1, der Crabnebel. Ist BD 21°892 veränderlich? Die Einzelmessungen sind 1921 März 14 7<sup>m</sup>59, März 16 7<sup>m</sup>29. Er ist in B. D. 9<sup>m</sup>0, bei *Holetschek* 8<sup>m</sup>7, bei

*Wolf-Palisa* etwas schwächer als PD 3341 = 6<sup>m</sup>56 (G), heller als 22°924. Bei *Franklin-Adams* 1911 Febr. 25 Spur heller als PD 3341. — 7. Zwei sternartige Kerne. — 8. M 81. — 9. M 82. — 10. Helligkeiten der Anhaltsterne nach der photometrischen Durchmusterung in O-Gyalla. — 11. M 95. — 12. M 96. — 13. Zweiter Anhaltstern wie 10. — 14. M 97, der Eulennebel. — 15. M 65. — 16. M 66. — 17. Kugelförmig. Sternhaufen. — 18. M 61. — 19. \* austr. von 16°2367. — 20. M 84. — 21. M 85. — 22. M 86. — 23. M 88. — 24. wie 10. — 25. M 59. — 26. wie 10. — 27. M 94. — 28. M 64. — 29. M 53, kugelf. Sternhaufen. — 30. M 63. — 31. M 51, Spiralnebel in den Jagdhunden. — 32. Kugelf. Sternhaufen. — 33. M 14, kugelf. Sternhaufen, Anhaltsterne wie 10. — 34. Kugelf. Sternhaufen. — 35. M 57, Ringnebel in der Leier. — 36. M 56. — 37. Nicht bei *Holetschek*, von mir die Gesamthelligkeit gemessen, da *Van Maanen* die Parallaxe des Nebels bestimmt hat. Ergebnis durch verschiedene schwache Nachbarsterne sehr unsicher. — 38. M 27, der Dumbbellnebel. — 39. Hier soll in der Nähe NGC 6933 stehen. Lick 13 enthält nur die kurze Notiz: »Non-existent«. In den N. G. C. wurde der Nebel auf Grund zweier Beobachtungen von *Schultz* aufgenommen, 1865 Sept. 14 12<sup>m</sup>, 1867 Aug. 26 11<sup>m</sup>. Die zugehörigen Ortsbestimmungen harmonisieren sehr gut. *Holetschek* hat: 1890 Okt. 11: falls richtig identifiziert 11<sup>m</sup>, 1897 Mai 21: anscheinend 11<sup>m</sup>. Ich selbst glaube ihn bei sehr klarer Luft 1920 Juli 15 gerade gesehen zu haben. Der Nebel könnte danach veränderlich sein. NGC 6934 ist ein kugelf. Sternhaufen. — 40. Kugelf. Sternhaufen. — 41. Beobachtet, da *Van Maanen* die Parallaxe gemessen hat. Er war für mich 0<sup>m</sup>5 bzw. 1<sup>m</sup>0 schwächer als der Vergleichstern.

Bei einer größeren Zahl Nebel hat *Holetschek* mehrere selbständige Vergleichen ausgeführt, sei es von verschiedenen Vergleichsternen oder an mehreren Abenden. Ich erhielt so für die Helligkeit des Nebels mehrere Werte, die im allgemeinen einfach gemittelt wurden. Aus den Abweichungen der Einzelwerte vom Mittel ergeben sich dann folgende w. F.:

H.	Zahl	
8.80 bis 8.99	12	± 0 <sup>m</sup> 18
9.00 » 9.99	13	20
10.00 » 10.99	11	20
< 11.00	5	17
Alle	41	19

Zu diesen 41 Nebeln gehören 117 Einzelwerte *H*, zu den übrigen 46 der Tab. 1 je einer, im Durchschnitt also je rund 2 Beobachtungen. Der w. F. der Werte *H* kann also zu etwa ± 0<sup>m</sup>15 veranschlagt werden.

3. Die erste Folgerung, die ich aus obigem Material ziehen möchte, betrifft nicht die Nebel selbst, sondern die Größenskala der B. D. In meiner Dissertation<sup>2)</sup> habe ich, unter engem Anschluß an *Küstners* Größen in seinem bekannten Katalog von 10663 Sternen Tafeln zur Reduktion der BD-Größen auf das photometrische System gegeben. Diese wurden auf die obigen Vergleichsterne angewandt, und es ergaben sich folgende Unterschiede zwischen photom. (*m*) und reduzierter BD-Größen:

<sup>1)</sup> The relations of the globular clusters usw., Stockholm 1920.

<sup>2)</sup> Neue Untersuchungen über die Größenskala der B. D. Bonn 1914.

BD	••	m-red. BD
> 7.9	8	+ 0 <sup>m</sup> 07
8.0-8.2	21	+ 21
8.3-8.6	14	+ 19
8.7-8.9	13	+ 16
9.0	18	+ 14
9.1	11	+ 13
9.2	10	+ 8
9.3	10	+ 49
9.4	4	+ 71
9.5	20	+ 90

Bis 9.2 BD = ca. 9<sup>m</sup>6 sind also *Küstner* und meine Skala, abgesehen von einer Nullpunktsdifferenz, +0<sup>m</sup>15, im Durchschnitt gleich. Diese erklärt sich aber nach Größe und Richtung fast völlig dadurch, daß *Küstner* die Einzelkataloge der P.D. der Reduktion seiner Helligkeitsschätzungen zugrunde gelegt hat, ich aber den Generalkatalog der P.D.<sup>1)</sup>, was zugleich für die Homogenität des *Küstnerschen* wie meines photometrischen Systems spricht. Die schwächsten BD-Sterne dagegen werden durch meine Tabellen offenbar noch nicht genügend reduziert. Ich möchte aber dies vorab nicht so auffassen, daß auch *Küstners* Größen bei diesen systematisch zu hell sind, sondern daß, durch Zufall oder Absicht, verhältnismäßig viel helle Sterne der, bekanntlich dem Helligkeitsbereich nach umfangreichen, Klassen 9.3-9.5 BD von *Küstner* beobachtet wurden.<sup>2)</sup>

4. Als zweites habe ich die von *Holetschek* als Endergebnis seiner Beobachtungen gegebenen Helligkeiten mit den Werten *H* verglichen. Erstere beruhen z. T. auf Vergleichen mit benachbarten BD-Sternen, deren BD-Größen übernommen wurden, z. T. auf direkten Schätzungen, die aber natürlich auch mehr oder weniger von den BD-Größen der Umgebung abhängen werden. Dies zeigt sich auch in nachstehender Tabelle sehr deutlich. Die Nebel sind dabei mit dem Argument *Holetschek* in etwa gleich große Gruppen geteilt worden.

Hol.	Hopm.	n	Diff. Hopm.—Hol.
7 <sup>m</sup> 64	8 <sup>m</sup> 10	7	+ 0 <sup>m</sup> 46
8.30	8.49	7	+ 0.19
8.64	9.03	8	+ 0.39
8.84	9.12	7	+ 0.28
9.00	9.63	7	+ 0.63
9.16	9.91	12	+ 0.75
9.37	10.51	9	+ 1.14
9.55	10.77	11	+ 1.22
9.74	10.56	8	+ 0.82
10.30	11.44	6	+ 1.14

Etwa von 9<sup>m</sup>4 *Hol.* = 10<sup>m</sup>5 photometrisch ab scheint die Wiener Skala der photometrischen parallel zu laufen. *Holetschek* hat als Grenzgröße seines 6-Zöllers 12<sup>m</sup>-12<sup>m</sup>5 angenommen, während wir 13<sup>m</sup> photometrisch dafür wohl setzen können.<sup>3)</sup> Dann würde 9<sup>m</sup>4-12<sup>m</sup>0 *Holetschek* 10<sup>m</sup>5-13<sup>m</sup>0 photometrisch entsprechen, und ich habe es danach im folgenden für das richtigste gehalten, von 9<sup>m</sup>6 ab *Holetscheks*

Angaben durch Zusätze von 1<sup>m</sup>1 genähert in photometrische zu verwandeln.

Ein Vergleich mit den Angaben des großen Straßburger Nebelkatalogs ist bei der geringen Zahl gemeinsamer Objekte recht unsicher. Mit dem Argument Straßburg gruppiert, ergibt sich:

Strbg. 9 <sup>m</sup> 08 =	9 <sup>m</sup> 06	<i>Hopmann</i> (	8 Nebel	Strbg. 8 <sup>m</sup> 6-9 <sup>m</sup> 5)
» 10.00 =	10.02	»	(11 »	» 10 <sup>m</sup> 0)
» 11.50 =	10.48	»	(2 »	», diestark diff.)

In AN 4883 gibt *Wirtz* die Totalhelligkeiten der von *Pickering*<sup>4)</sup> durch Vergleich mit extrafokalen Sternbildern gemessenen Nebel. Die Vergleichung mit dem Argument *Pickering*, bzw. Nebeldurchmesser ergab (letzterer nach *Wirtz*):

<i>Pickering</i>	<i>Hopmann</i>	Nebel	Durchm.	Pi--Ho	Nebel
7 <sup>m</sup> 10	8 <sup>m</sup> 18	4	3'.1	- 1 <sup>m</sup> 3	4
8.45	8.75	4	0.4	+ 0.1	4
9.37	9.47	3	0.2	+ 0.3	3

Das spärliche Material läßt m. E. keine Schlußfolgerungen zu. Des ferneren gibt a. a. O. *Wirtz* in der letzten Tabelle die Reduktion der verschiedenen Nebelbeobachtungen (Straßburg, *Holetschek*, *Kritzing*, *Pickering*) aufeinander. Sie schließen mit 12<sup>m</sup>0 Strbg. = 12<sup>m</sup>0 *Hol* (= 12.0 *Kr* = 11.5 *Pi*). Wenn unsere obigen Folgerungen betr. der schwachen Größen bei *Holetschek* zutreffen, so müßten sie danach auch auf Straßburg ausgedehnt werden. Das ist m. E. auch der Fall. Denn einmal müssen die tatsächlich sehr schwachen BD-Sterne 9<sup>m</sup>5 in den sternarmen Gegenden fern der Milchstraße, wo sich die Nebel besonders häufen, auch hier die Skala der Beobachter beeinflussen, und dann setzt *Wirtz*<sup>5)</sup> die Grenzgröße des Straßburger 50 cm-Refraktors für gewöhnlich zu 14<sup>m</sup>0 an, während wir mit *Graffs* Plejadenmessungen u. a.<sup>3)</sup> gut auf 15<sup>m</sup>0 gehen können.

5. Um aus dem vorliegenden Material vorläufige Schlüsse über die kosmische Stellung der Nebelflecke zu ziehen, wurde der so inhaltreiche Band 13 der Licksternwarte herangezogen. Zunächst wurde bei den in Tab. 1 durch S als zur Klasse der Spiralnebel gehörig kenntlichen Objekten durch die Angaben in Lick 13, S. 18 ff. die scheinbare Fläche mit  $\frac{1}{4}\pi ab$  in Quadratbogensekunden ( $\square''$ ) berechnet, wenn *a* und *b* die große und kleine Achse der mehr oder weniger stark elliptischen Nebel ist (in Bogensekunden) (Tab. 1, Spalte 6). Es war dann ein leichtes, die durchschnittliche Intensität des Nebellichtes pro  $\square''$  die von der Entfernung unabhängig ist, in Größenklassen zu ermitteln (Tab. 1, Spalte 7). Die Werte dieser Flächenhelligkeit *F* schwanken zwischen 18<sup>m</sup>5 und 24<sup>m</sup>3. Nach Anlage des Beobachtungsprogramms sind hier nur die scheinbar hellsten der Spiralnebel enthalten. Ich habe deshalb noch weitere 100 Spiralen, die bei *Holetschek* und Lick 13 stehen, in gleicher Weise behandelt, wobei die schwächsten 12<sup>m</sup>0 *Hol* = 13<sup>m</sup>1 photometrisch sind (s. o.). Der Kürze halber sei nur die nachstehende Zusammenfassung gegeben:

<sup>1)</sup> Vergl. Bonner Veröffentl. 10.78 und Publik. Potsdam 17.XII.

<sup>2)</sup> Vergl. Bonner Veröffentl. 3.4.

<sup>3)</sup> z. T. nach eigenen Messungen, dann nach Sirius 49.16, 50.58, *Pingsdorf*, Der Sternhaufen M 52. Diss. Bonn 1909. S. 34, *Zurhellen*, Bonner Veröffentl. 11.34.

<sup>4)</sup> Harvard Annals 33.

<sup>5)</sup> Annalen Straßburg 4.5.

F	hell	Anzahl schwach	zus.	hell	Prozent schwach	zus.
> 18 <sup>m</sup> 0	0	4	4	0	4	3
18 <sup>m</sup> 1–19 <sup>m</sup> 0	2	3	5	4	3	3
19.1–20.0	10	7	17	20	7	11
20.1–21.0	15	17	32	30	17	21
21.1–22.0	10	32	42	20	32	28
22.1–23.0	8	24	32	16	24	22
23.1–24.0	4	7	11	8	7	7
24.1–25.0	1	5	6	2	5	4
< 25.0	0	1	1	0	1	1
$\Sigma$	50	100	150			

Liste von 50 beobachteten Spiralen:  $F$  im Mittel 21<sup>m</sup>1  
100 schwache Spiralen:  $F$  im Mittel 21.5, was vielleicht  
zeigt, daß die Reduktion der *Holetschekschen* Skala nahezu  
richtig ist.

Von bekannten Spiralen seien erwähnt: der Andromeda-  
nebel  $F = 22^m5$ , M 33 (im Dreieck)  $F = 24^m3$ , M 51 in  
den Jagdhunden 20<sup>m</sup>7, M 80 und M 81 im Großen Bären  
22<sup>m</sup>5 bzw. 20<sup>m</sup>2. Ordnen wir das Material nach der schein-  
baren Elliptizität ( $a:b$ ) der Spiralen, so ergibt sich:

$a:b$	hell	$n$	schwach	$n$	zus.	$n$
1	21 <sup>m</sup> 0	13	21 <sup>m</sup> 2	39	21 <sup>m</sup> 2	52
1–2	21.4	15	21.6	28	21.5	43
2–4	20.9	14	21.5	23	21.3	37
> 4	20.8	8	22.5	10	21.7	18

Die Flächenhelligkeit bleibt danach die gleiche, ob  
wir die Spiralen von »oben« oder »von der Kante« sehen.

Diese Ergebnisse stehen in gutem Einklang mit denen  
von *Seares*.<sup>1)</sup> An Hand der statistischen Untersuchungen von  
*Kapteyn* und *Van Rhijn* findet er, daß die durchschnittliche  
Flächenhelligkeit des Milchstraßensystems, gesehen von einem  
Punkte weit außerhalb desselben, pro  $\square''$  21<sup>m</sup>97 bei Be-  
trachtung von der Kante und 23<sup>m</sup>72 von oben ist. Also auch  
hier in beiden Fällen kein sehr großer Unterschied. *Seares*  
findet, daß das System der Milchstraße 100mal schwächer  
sei als einige bekannte Spiralen, bezieht sich aber bei seinen  
Untersuchungen nur auf das Licht der heller leuchtenden  
Kernpartien, für das er 17<sup>m</sup>–18<sup>m</sup> pro  $\square''$  findet. Da nach  
*Seares* die Milchstraße, von oben gesehen, in der Mitte 22<sup>m</sup>93,  
am Rande 24<sup>m</sup>81 pro  $\square''$  ist, dürfte sie mehr mit Spiralen  
verglichen werden, die nach der Mitte zu nur geringe Auf-  
hellung aufweisen, z. B. NGC 3034, 3368, 4631, 5005,<sup>2)</sup>  
die alle, von der Kante gesehen, im Durchschnitt  $F = 21^m2$   
haben. (Nachtrag 1).

7. Zur Berechnung der  $F$  für die planetarischen Nebel  
dienten die Angaben von *H. D. Curtis*<sup>3)</sup> nebst den beige-  
gefügten Skizzen und Photographien. Bei Bestimmung der Achsen  
dieser Ovale wurde oft aber nicht das Gesamtbild berück-  
sichtigt, das vielfach nur kleine und schwache Anhängsel an  
die Hauptteile des Nebels zeigt. Die Entscheidung, was derart  
das Hauptlicht des Nebels ausmacht, war an Hand des Textes  
im allgemeinen leicht, wenn auch mitunter eine gewisse Will-  
kür nicht zu vermeiden war. Doch waren diese Untersuchungen  
abgeschlossen, bevor die späteren Schlüsse aus ihnen gezogen

wurden. Zu den obigen Nebeln habe ich in gleicher Weise  
noch folgende gefügt, bei denen die Helligkeit, z. T. nach  
*Holetschek* (reduziert wie oben angegeben), z. T. nach Harvard  
Annals 56 angegeben ist.

NGC	$H$	Nebelfläche	$F$
2372	11 <sup>m</sup> 0	35" × 16"	17 <sup>m</sup> 7
3242	7.1	26 16	13.4
4361	10.2	44 39	18.4
II 3568	10.4	18 18	16.5
6567	10.8	8 5	17.0
6629	10.6	16 14	16.5
6818	9.1	22 15	15.2
7009	7.2	25 12	13.1
7026	11.4	10 10	16.2

Die Erläuterungen zu der nachstehenden Tabelle 2  
mögen den weiteren Gang der Untersuchungen kennzeichnen.  
Spalte 1 die NGC-Nummer, 2 die Größe  $F$ . Die Tabelle  
enthält nur solche Nebel, die einen Zentralstern haben, dessen  
photographische Helligkeit teils durch *Van Maanen*<sup>4)</sup>, teils  
im Lick-Band gegeben sind (Spalte 3). Letzterer enthält auch  
für 9 derselben die optischen Größen. Der »Farbenindex«,  
im einzelnen natürlich noch sehr unsicher, ist danach für die  
Zentralsterne photographisch–visuell =  $-1^m4$ . Mit diesem  
Werte wurden die photographischen Helligkeiten der übrigen  
Zentralsterne in optische verwandelt, und diese Intensitäten von  
der optischen Gesamtintensität abgezogen. Mit dieser »reinen  
Gasintensität«, die übrigens bei der Schwäche der Zentral-  
sterne meist nicht sehr verschieden von der ursprünglichen  
war, sind die Größen  $F$  berechnet worden. Sie gehen von  
13<sup>m</sup>1 bis 20<sup>m</sup>8, unterscheiden sich also wesentlich von den  
bei den Spiralnebeln erhaltenen.

Ein Vergleich mit irdischen Lichtmitteln ist wohl lehr-  
reich. Für die Sonne ist 60000 Meterkerzen =  $-27^m0$ <sup>5)</sup>,  
1 M.-K. also =  $-15^m05$ . Wird diese Intensität von einer  
Fläche von 1 qcm ausgesandt, so entsprechen ihr 2062<sup>m</sup>65<sup>2</sup>.  
1  $\square''$  ist also 2062.65<sup>2</sup> = 16<sup>m</sup>60 schwächer als 1 M.-K./cm<sup>2</sup>,  
entspricht also einem Stern 1<sup>m</sup>55. Der Intensität (1 M.-K./cm<sup>2</sup>)  
· 10<sup>-6</sup> entspricht dann auf 1  $\square''$  16<sup>m</sup>55. Mit einer kleinen  
Kathodenröhre, wie sie zu einfachen Demonstrationsversuchen  
benutzt werden, erhielt ich als Intensität der durch die Kathoden-  
strahlen zum Leuchten erregten Glaskugel 16 · 10<sup>-6</sup> M.-K./cm<sup>2</sup>.  
In *Wiedemanns Annalen der Physik*, Bd. 12 erhielt *Lenard* ge-  
legentlich anderer Versuche für phosphoreszierendes Leuchten,  
hervorgerufen durch »langsame« (photoelektrische) Kathoden-  
strahlen bei

Präparat 1	2.0 · 10 <sup>-6</sup> M.-K./cm <sup>2</sup>	= 15 <sup>m</sup> 8	pro $\square''$
» 2	32.0 · 10 <sup>-6</sup>	»	= 12.8 » »
» 3	2.0 · 10 <sup>-6</sup>	»	= 15.8 » »
» 4	0.50 · 10 <sup>-6</sup>	»	= 17.3 » »
» 5	8.0 · 10 <sup>-6</sup>	»	= 14.3 » »
Uranglas	0.32 · 10 <sup>-6</sup>	»	= 17.8 » »
ferner <i>Hopmann</i>	16.8 · 10 <sup>-6</sup>	»	= 13.5 » »

d. h. die Gesamtemission der dickschichtigen Nebelgase ist  
mit der durch Kathodenstrahlen erzeugten Phosphoreszenz  
gut vergleichbar (womit natürlich über die Ursache des  
Leuchtens der Nebel nicht das geringste behauptet sein soll)<sup>6)</sup>.

<sup>1)</sup> Mount Wilson Contrib. 191.

<sup>2)</sup> Vergl. die Abbildungen Lick 13.54 ff.

<sup>3)</sup> Lick 13.57 ff.

<sup>4)</sup> Communications of the Nat. Acad. of Sciences. Nr. 56.

<sup>5)</sup> *Müller*, Photometrie der Gestirne. S. 311.

<sup>6)</sup> Nachtrag 2.

A. a. O. gibt *Van Maanen* die Parallaxen von 6 planetarischen Nebeln, nebst den daraus abgeleiteten absoluten Helligkeiten der Zentralsterne u. a. m. Letztere habe ich nachstehend mit dem zugehörigen  $F$  zusammengestellt (NGC 7006 ist dabei fortgelassen, vergl. die Bemerkung 37 zu Tab. 1).

NGC	$F$	$Z$	$\nu$	$\pi_H$	$\pi_{V.M.}$
2392	14 <sup>m</sup> 5	6 <sup>m</sup> 7	-0 <sup>m</sup> 6	0 <sup>o</sup> 029	0 <sup>o</sup> 022
7662	16.0	9.7	+1.2	13	23
6804	17.7	10.1	+0.3	19	22
6720	17.8	9.2	-0.7	11	08
6905	18.5	10.4	0.0	15	15

Wir sehen, mit abnehmendem  $F$  nimmt auch  $Z$  ab; beide habe ich durch Ausgleichung:  $Z = -3^m9 + 0^m775 F$  miteinander verbunden, die die Fehler  $\nu$  in der Darstellung der  $Z$  übrig läßt. Die  $\nu$  sind in Anbetracht der Verhältnisse recht klein<sup>1)</sup>. Die Tatsache, daß mit zunehmender absoluter Helligkeit des Zentralsterns die Flächenhelligkeit nahezu ebenso stark zunimmt, wird für die Theorie der planetarischen Nebel vielleicht bedeutsam werden; von einem Erklärungsversuch sei hier abgesehen.

Mit vorstehender Relation habe ich nun für alle Nebel der Tabelle 2 die absolute Größe der Zentralsterne berechnet. Dann liefert uns die bekannte Formel  $M = m + 5 + 5 \log \pi$  die Parallaxen der Nebel (Tabelle 2, Spalte 4) bei bekannter Helligkeit des Zentralsterns (Spalte 3). In obiger kleiner Tabelle ist dies nochmals für die 5 grundlegenden Nebel hingeschrieben zugleich mit den trigonometrischen Parallaxen *Van Maanens*, die im Durchschnitt  $\pm 0^o0034$  w. F. haben. Die Übereinstimmung ist recht gut, und entsprechend werden auch meine übrigen Werte der Größenordnung nach richtig sein. Mit  $d = \sqrt{ab}$  habe ich, in Bogensekunden, die mittleren scheinbaren Durchmesser der Nebel berechnet und damit und mit der Parallaxe ihre wahre Dimension (Spalte 5, Einheit 1000×Distanz Erde-Sonne). Letztere zeigen sich im ganzen als von einer Größenordnung, etwa dem 20-fachen des Sonnensystems einschließlich Neptun. Von dem eigenartigen NGC 4361 abgesehen, ist der hiernach uns nächste Nebel NGC 3587, der bekannte »Eulennebel«, der jedenfalls ein Experimentum crucis für die obige Annahme geben könnte.

Lick 13 enthält ferner für eine große Zahl planetarischer Nebel Bestimmungen der Radialgeschwindigkeiten durch *Campbell* und *Moore*. Für 10 Objekte der Tabelle 2 konnte ich dort auch genügend sichere Angaben für interne Verschiedenheiten der Radialgeschwindigkeiten finden, die als Rotationserscheinungen zu deuten sind. In Tabelle 2 gibt Spalte 7 die relative Radialgeschwindigkeit eines Punktes in  $d''$  (Spalte 6) Abstand vom Zentrum des Nebels. Wie es schon für 3 Nebel a. a. O. S. 177 geschehen ist, habe ich die Rotationsdauer des Nebels in Jahren und in bekannter Weise seine Masse, ausgedrückt in Sonnenmassen (Spalte 8 und 9), daraus berechnet. Voraussetzung hierzu ist, außer 1. den obigen Parallaxen, daß 2. die Rotationsbewegung im ganzen Betrage gerade in den Visionsradius fällt und 3. das *Newtonsche* Gravitationsgesetz dort noch volle Geltung hat, und nicht elektrische oder molekulare Kräfte, Strahlungsdruck usw. eine merkbare Rolle spielen. Große Verschiedenheiten, besonders in den berechneten Massen, werden daher selbstverständlich sein. Lasse ich von diesen 10 Nebeln NGC 6720 als herausfallend fort, so ist die durchschnittliche Rotations-

dauer 1800 Jahre und die Masse das 13-fache der Sonne. Die Zentralsterne der Nebel scheinen den Wolf-Rayet(Oe)-Sternen nahe verwandt zu sein. Dann sind die hier berechneten Massen der Nebel nicht im Widerspruch mit den Ergebnissen von *Ludendorff* in AN 5046.

Tabelle 2.

NGC	$F$	$Z$	$\pi$	Dimen- sion	Radialgeschw. $d$	$V$	Rot.- Zeit	Masse	Rem.
						km			
7009	13.1	11 <sup>m</sup>	0 <sup>o</sup> 010	1.70	9"	6.1	4390	37.9	
6543	13.4	9.2	29	0.62	3.5	5.0	1780	0.55	
3242	13.4	9	32	0.38	5.5	6.2	825	7.5	
6572	13.6	9.0	33	0.33	1.4	2.8	445	0.37	
6210	14.3	11	11	1.45	4.3	5.0	2320	10.4	
2392	14.5	10.0	29	0.62					
1535	15.2	10	38	0.47					
6818	15.2	14	06	3.00					
6826	15.4	9	63	0.40	20.8	4.0	2450	6.0	
7662	16.0	12.9	13	0.92	6	8.0	1710	33.2	
6303	16.1	13	13	1.08					
7026	16.2	14	09	1.15	3.6	18.3	675	15.7	
6629	16.5	13	15	1.00					
II 3568	16.5	11	38	0.47					
6567	17.0	14	11	0.55	1.8	7.5	650	10.4	
6804	17.7	13.4	19	1.48					
6720	17.8	14.7	11	6.47	25.0	1.4	48300	5.0	1
2371	17.7	12	36	0.53					
650	18.1	16	07	9.10					
4361	18.4	10	115	0.36					
6905	18.5	14.5	15	2.67					
2438	18.9	16?	09	7.80					2
6853	19.7	12	76	4.48					
3587	20.6	12	100	2.00					3
1952	20.8	16?	17	17.30					4

Bemerkungen. 1. Ringnebel in der Leier. — 2. Größe fraglich nach Lick, damit auch  $\pi$  und Dimension. — 3. Der Eulennebel. — 4. Der »Crab«-nebel, Zentralstern fraglich, also auch  $\pi$  und Dimension. Gehört wohl nicht zu den »Planetarischen«.

Bonn, Sternwarte, 1921 Juni 4.

J. Hopmann.

#### Zusätze bei der Korrektur.

1. Weiter sei noch auf die folgenden eigenartigen Verhältnisse aufmerksam gemacht. *Guthnick*<sup>2)</sup> gibt eine Zusammenstellung der bisher bekannten Radialgeschwindigkeiten von Spiralnebeln. Zu ihr fügte ich noch die von NGC 936<sup>3)</sup>. Es standen mir dann insgesamt 23 Nebel mit bekannter Radialgeschwindigkeit und Flächenhelligkeit zur Verfügung. Erstere sind bis auf 3 (Andromedanebel, M 33, NGC 3031) sämtlich positiv, gehen bis +1300 km/sec und sind im Mittel +590 km/sec. Ordnet man die Nebel einmal nach der Radialgeschwindigkeit, dann nach der Flächenhelligkeit und zieht je 4 bis 5 zu Mittelwerten zusammen, so ergibt sich:

Ordnung nach der Radialgeschwindigkeit		Ordnung nach der Flächenhelligkeit	
km/sec	Größe	Größe	km/sec
0	22 <sup>m</sup> 3	23 <sup>m</sup> 0	+240
+410	21.2	21.8	+560
+600	21.1	21.1	+660
+860	21.0	20.4	+668
+1160	20.5	19.5	+905

<sup>1)</sup> Der Korrelationsfaktor  $0.848 \pm 0.085$  deutet ebenfalls die hohe Wahrscheinlichkeit dieser Beziehung an.

<sup>2)</sup> Die Kultur der Gegenwart, Band Astronomie, S. 480.

<sup>3)</sup> Naturwissenschaften 1921, S. 176.

Diese eigenartige Beziehung, zunehmende Flächenhelligkeit bei zunehmender Radialgeschwindigkeit, wird bestätigt durch den aus den 23 Einzelwerten berechneten Korrelationsfaktor  $-0.48 \pm 0.11$  w. F. Eine Erklärung hierfür kann ich nicht geben. Vielleicht deutet die Beziehung darauf hin, daß die bei den Spiralen beobachteten Linienverschiebungen (fast alle nach Rot) nicht Dopplereffekte, sondern anderen physikalischen oder instrumentellen Ursprungs sind.

### Flächenhelligkeiten der Kometen 1921a (Reid) und Winnecke 1921b.

Bei den folgenden mit Hilfe eines Flächenphotometers ausgeführten Messungen wurden die beiden Kometen an den Ringnebel in der Leier (NGC 6720) und den Dumbbell-Nebel (NGC 6853) angeschlossen, und zwar diente als Vergleichsobjekt stets die hellste Stelle der Nebel. In der Spalte K—N sind die Flächenhelligkeitsdifferenzen zwischen dem Kometenkopf und dem Vergleichsnebel gegeben, dessen NGC-Nummer die vorhergehende Spalte enthält. Die Helligkeitsdifferenzen sind in Größenklassen ausgedrückt, d. h. wenn  $\mathcal{F}$  die Flächen-

2. Gehlhoff und Schering<sup>1)</sup> erhielten für 5 verschiedene radioaktive Leuchtpräparate im Mittel  $2.8 \cdot 10^{-6}$  M. K./cm<sup>2</sup> =  $15^m4$  pro  $\square''$ ; 4 verschiedene Phosphore zeigten nach längerer intensiver Beleuchtung mit der Zeit abnehmende Flächenhelligkeiten von  $10 \cdot 10^{-6}$  bis  $0.5 \cdot 10^{-6}$  M. K./cm<sup>2</sup> =  $14^m0$  bis  $17^m3$  pro  $\square''$ .  
J. H.

<sup>1)</sup> Zeitschrift für technische Physik, 1920, S. 256.

intensität bedeutet, so ist ebenso wie bei den Sternhelligkeiten,  $\log \mathcal{F}_1 - \log \mathcal{F}_2 = 0.4 (m_2 - m_1)$  gesetzt. In der Spalte mit der Bezeichnung mg sind die Flächenhelligkeiten alle auf den Ringnebel bezogen. Dabei ist für die Flächenhelligkeitsdifferenz zwischen dem Dumbbell-Nebel und dem Ringnebel der Wert  $1^m30$  angenommen, wie er sich als Mittel aus 7 Messungen, welche die letzte Tabelle enthält, ergab, d. h. der Ringnebel ist um  $1^m30$  heller als der Dumbbell-Nebel.

#### Komet 1921a (Reid).

1921	St.-Z.	Kgst.	N	K—N	mg	1921	St.-Z.	Kgst.	N	K—N	mg	1921	St.-Z.	Kgst.	N	K—N	mg
April 13	15 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	6720	—0 <sup>m</sup> 41	—0 <sup>m</sup> 41	Mai 5	15 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>	6720	—1 <sup>m</sup> 16	—1 <sup>m</sup> 16	Juni 1	15 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	6853	—0 <sup>m</sup> 72	+0 <sup>m</sup> 58			
13	16 5	6853	—1.92	—0.62	11	14 45	6720	—1.09	—1.09	4	16 10	6720	+0.61	+0.61			
16	16 25	6720	—0.70	—0.70	12	15 10	6853	—2.18	—0.88	4	16 30	6853	—0.73	+0.57			
16	16 50	6853	—2.32	—1.02	12	15 30	6720	—0.99	—0.99	6	17 5	6720	+0.55	+0.55			
29	15 5	6853	—2.52	—1.22	31	15 20	6720	+0.29	+0.29	6	17 25	6853	—0.73	+0.57			
30	14 0	6720	—1.36	—1.36	31	15 40	6853	—1.22	+0.08	7	15 50	6720	+0.69	+0.69			
Mai 5	15 0	6853	—2.62	—1.32	Juni 1	15 15	6720	+0.57	+0.57	7	16 10	6853	—0.50	+0.80			

#### Winnekescher Komet 1921b.

1921	St.-Z.	Kgst.	N	K—N	mg	1921	St.-Z.	Kgst.	N	K—N	mg
Mai 11	14 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup>	6720	+2 <sup>m</sup> 45	+2 <sup>m</sup> 45	Juni 1	15 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup>	6853	—0 <sup>m</sup> 12	+1 <sup>m</sup> 18		
11	15 10	6853	+1.26	+2.56	4	16 40	6720	+1.04	+1.04		
12	15 40	6853	+1.04	+2.34	4	17 0	6853	—0.36	+0.94		
12	16 0	6720	+2.24	+2.24	6	17 35	6720	+1.02	+1.02		
31	15 50	6720	+1.49	+1.49	6	17 55	6853	—0.26	+1.04		
31	16 5	6853	—0.02	+1.28	7	16 30	6720	+0.98	+0.98		
Juni 1	15 40	6720	+1.17	+1.17	7	16 50	6853	—0.21	+1.09		

Königstuhl, 1921 Juni 30.

6853—6720

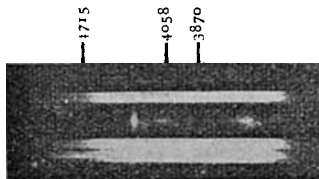
1921	St.-Z.	Kgst.	N	K—N	mg
Mai 5	1 <sup>m</sup> 22				
12	1.35				
Juni 1	1.29				
4	1.47				
6	1.28				
7	1.19				
27	1.27				

H. Vogt.

### Spektrum des Kometen 1921a (Reid).

Mit Hilfe des Spektrographen der Sternwarte Stockholm ist es mir gelungen, einige Spektrogramme von dem Kometen Reid zu erhalten. Die Spaltbreite betrug etwa 20 Å. E., war also sehr groß, wodurch die beiden Cyanlinien 3869 und 3880 teilweise zusammenfließen.

Als Vergleichsspektrum wurde das Spektrum von  $\alpha$  Cygni aufgenommen. Es wurde zweimal exponiert, einmal bei jeder Spaltkante. Das beigelegte Spektrum ist durch Umkopieren auf Diapositivplatten verstärkt, wodurch die Linien im Vergleichsspektrum verschwommen sind.



Die folgende Tabelle ergibt die ausgemessenen Wellenlängen auf den Platten vom 29. April und 1. Mai. Die Aufnahmezeit war  $3\frac{1}{2}$  und  $3\frac{1}{4}$  Stunden. In der dritten Kolumne habe ich zum Vergleich einige Linien aus *Kayser-Runge*: Anhang zu Abhandlungen der K. Akad. d. Wiss. (Berlin 1889) beigelegt.

Stockholm, 1921 Mai 30.

Intensität	Wellenlänge		
6	3869	Cyan	$\lambda$ 3872, 3874
6	3880	"	3880, 3884
3	3976		
	4058	"	4051, 4053, 4069, 4074
	4113		
2	4189	"	4190, 4193, 4216
	4219		
1.5	4371	Swan-Spektrum	$\lambda$ 4365, 4371, 4382
2.5	4472		
5	4715	"	4685, 4698, 4715, 4737
	4740		

Gleichzeitig wurden mit einer kleinen Kamera (Zeiss-Tessar 1:4.5,  $f = 13.5$  cm) direkte Aufnahmen mit Expositionszeit von 1 bis 2 Stunden gemacht. Auf diesen Platten tritt der von Prof. Wolf in B. Z. 16 (1921) erwähnte Kometenschweif ganz deutlich hervor und hat eine Länge von  $1^\circ 30'$ . Der Schweif hatte seine Ausdehnung in der Längsrichtung des Spaltes des Spektrographen und erstreckt sich auf den Spektrogrammen im Lichte der beiden kräftigsten Cyanlinien auf ca.  $10'$  außerhalb des Kerns.

Algot Hansson.