

Tabelle II.

1920 m. Z. Gr.	$\alpha$			Ephemeriden-Korrektion			Fäden			Alter	M-I	M-II
	Rechnung	Beobachtung		I	M	II	I	M	II			
März 28.288838	7 <sup>h</sup> 54 <sup>m</sup> 3 <sup>s</sup> .02	3 <sup>s</sup> .90	4 <sup>s</sup> .28	+0 <sup>s</sup> .88	+1 <sup>s</sup> .26		11	13		8 <sup>d</sup> .3	+38	
April 30.405874	12 53 9.06	9.82	9.91	+0.76	+0.85		7	10		12.0	+9	
Mai 2.470221	14 33 57.22	57.72	57.92	+0.50	+0.70		9	13		14.1	+20	
5.569876	17 9 40.54		41.10		+0.56	+0 <sup>s</sup> .97		7	3	17.2		-41
Juli 25.312668	16 17 37.95	38.70	38.79	+0.75	+0.84		9	12		10.0	+9	
26.345897	17 9 33.35	33.91	34.25	+0.56	+0.90		9	10		11.0	+34	
27.379158	18 1 31.47	32.18	32.33	+0.71	+0.86		8	7		12.1	+15	
Aug. 29.485530	22 45 13.72		14.35		+0.63	+0.48		10	9	15.8		+15
Okt. 19.214139	19 34 25.49	26.04		+0.55			11			7.7		
20.245870	20 24 11.02	11.64		+0.62			12			8.7		
21.277195	21 13 21.40	22.07	22.24	+0.67	+0.84		12	6		9.8	+17	
22.308430	22 2 24.06	24.62	24.83	+0.56	+0.77		12	6		10.8	+21	
23.339988	22 51 54.78	55.27	55.59	+0.49	+0.81		12	6		11.8	+32	
25.406012	0 35 7.93	8.44	8.68	+0.51	+0.75		11	7		13.9	+24	
26.441427	1 30 12.74	13.29	13.48	+0.55	+0.74		12	7		14.9	+19	
27.478885	2 28 14.50		15.27		+0.77	+0.55		8	12	16.0		+22
28.518367	3 29 11.35		12.26		+0.91	+0.78		8	12	17.0		+13
29.559404	4 32 23.38		24.26		+0.88	+0.77		8	12	18.1		+11
Nov. 19.250794	22 29 34.20	34.76	34.96	+0.56	+0.76		12	7		9.1	+20	
20.281967	23 18 31.58	32.11	32.40	+0.53	+0.82		10	7		10.1	+29	

Zu irgendwelchem eingehenderen Studium der persönlichen Fehler ist natürlich das Material leider bei weitem noch nicht ausreichend. Immerhin werden sich aber einige Feststellungen an Hand der der Tabelle II angefügten beiden letzten Spalten machen lassen, die den Unterschied in der aufgefaßten Beobachtungszeit resp. der Ephemeridenkorrektion im Sinne Krater-Rand geben. Zunächst ist wieder deutlich ausgeprägt, daß die Differenzen M-I und M-II systematischen Charakter tragen, daß ich also die Ränder systematisch anders auffasse als den Krater. Um zu prüfen, ob die oben geschilderte Benutzung des Reversionsprismas (R. Pr.) ab 1920 Juli 25 hierauf von Einfluß ist, seien unter Benutzung des früheren Materials die Mittel für M-I und M-II vor und nach diesem Datum gebildet. Es ergibt sich dann:

Ohne R. Pr.  $M-I = +0^s.16$   $M-II = -0^s.15$   
 Mit R. Pr.  $+0.22$   $+0.15$ .

Die Werte »Ohne R. Pr.« sind natürlich gegen früher nahe ungeändert, da ja dieses Material kaum vermehrt worden ist. Die verhältnismäßig geringe Zunahme des Wertes M-I nach Benutzung des R. Pr. kann ferner zufällig oder auch in einer anderweiten Änderung der persönlichen Auffassung begründet sein. Im Gegensatz hierzu ist es aber sehr wahrscheinlich, daß der eingetretene Vorzeichenwechsel von M-II in der Benutzung des R. Pr. zu suchen ist. Allerdings muß dann aus dem eben Festgestellten der merkwürdige Schluß gezogen werden, daß die beschriebene Anwendung des R. Pr.

die Auffassung des Randes I und des Kraters nicht wesentlich beeinflusst hat, also auch im Besonderen ein Bisektionsfehler des Kraters keine erhebliche Rolle spielt, während die Auffassung des Randes II von einer gegenüber dem Krater zu späten in eine um den gleichen Betrag zu frühe verwandelt worden ist. Jedenfalls zeigt sich also, daß die Benutzung des R. Pr. keinen Vorteil in bezug auf meine systematischen Fehler der Auffassung gebracht hat, da auch die nach wie vor verhältnismäßig große Streuung der Einzelwerte M-I und M-II nicht gemindert worden ist. Es läßt sich daraus entnehmen, daß für mich die Änderung der Bewegungsrichtung des Mondes allein die systematischen Fehler der Auffassung der Mondfadenantritte nicht wesentlich zu eliminieren vermag, diese also in der überwiegenden Hauptsache von den beiden entgegengesetzten Erscheinungen Eintritt resp. Austritt des Fadens in den Mond resp. aus diesem herrühren müssen. Für das erhebliche Schwanken der systematischen Differenzen M-I und M-II für die einzelnen Beobachtungstage bleiben dann noch neben zeitlichen Änderungen der persönlichen Auffassung an sich, die bekannten Ursachen wie Lichtverteilung auf dem Monde, Kontrast des Mondes gegen den Himmelshintergrund, Zustand der Luft u. s. w. zur Erklärung übrig. Über diese Abhängigkeiten vermag das vorliegende geringe Material natürlich noch keine irgendwie verbürgten Aufschlüsse zu geben.

Königsberg (Pr.), 1921 September.

P. Labitzke.

### Einiges zur Statistik der Radialbewegungen von Spiralnebeln und Kugelsternhaufen.

Von C. Wirtz.

I. Es stehen zur Zeit in der Literatur die Radialbewegungen von 29 Spiralnebeln zur Verfügung. Wenn auch sicher zu erwarten ist, daß dieses noch ebenso spärliche wie wertvolle Material allmählich anwachsen wird, so scheint es doch nicht verfrüht, selbst in diesen wenigen Zahlen nach

Regeln zu suchen, die auf systematische Zusammenhänge hinweisen. Auf anderm Wege, auch aus anders geartetem Material sind gemeinsame Züge zum Teil schon erkannt und in eine Hypothese vom Aufbau des Weltalls hineingearbeitet worden.

Da die zugrunde gelegten Werte verschiedenen Quellen entnommen werden mußten, für dieselben Nebel auch manchmal etwas abweichende Zahlen sich fanden, so folgt hier die kleine Liste der angenommenen

Radialbewegungen von 29 Spiralnebeln.

NGC	km	NGC	km	NGC	km
221	- 300	3115	+ 600	4649	+ 1090
224	- 316	3379	+ 810	4736	+ 290
584	+ 1800	3521	+ 730	4826	+ 150
598	- 70	3623	+ 800	5005	+ 900
936	+ 1300	3627	+ 650	5055	+ 450
1023	+ 300	4151	+ 940	5194	+ 270
1068	+ 1120	4258	+ 500	5236	+ 500
1700	+ 500	4526	+ 530	5866	+ 650
2683	+ 400	4565	+ 1100	7331	+ 500
3031	- 30	4594	+ 1130		

Führt man die Bewegung der Sonne  $X, Y, Z$  und eine Konstante  $K$  in die Bestimmungsgleichungen ein, so kommt:

29 Spiralnebel.

$$\begin{aligned}
 X &= - 49 \text{ km} & A &= 53^\circ 6 \\
 Y &= - 67 & D &= + 83.3 & K &= + 840 \text{ km} \\
 Z &= - 707 & V_0 &= - 712 \text{ km}
 \end{aligned}$$

Galaktisch: Länge =  $95^\circ$  Breite =  $+ 23^\circ$ .

Die Rotverschiebung  $K = + 840 \text{ km}$  darf nicht fortgelassen werden. Sie ergibt sich mit befriedigender Genauigkeit (m. F. für  $K = \pm 141 \text{ km}$ ) schon, wenn man, was nicht zutrifft, die Reste der Darstellung als reine Beobachtungsfehler deutet. Die Quadratsumme der Fehler beläuft sich auf 4499000; eine Lösung ohne  $K$  würde sie auf 10861000 steigern.

Die Radialbewegung von NGC 221 ist nicht sicher bestimmt, der Spiralcharakter von NGC 1700 zweifelhaft. Läßt man beide Nebel fort, so ändert sich das Ergebnis nur unbedeutend:

27 Spiralnebel.

$$\begin{aligned}
 X &= + 7 \text{ km} & A &= 195^\circ 0 \\
 Y &= + 2 & D &= + 89.4 & K &= + 887 \text{ km} \\
 Z &= - 693 & V_0 &= - 693 \text{ km}
 \end{aligned}$$

Galaktisch: Länge =  $90^\circ$  Breite =  $+ 29^\circ$ .

Der Abstand der beiden Zielpunkte an der Sphäre beträgt nur  $7^\circ$ .

Berechnet man aus  $X, Y, Z, K$  für die 29 Nebel die Radialbewegungen, so stimmt die Verteilung der Fehler gut zur theoretischen Frequenzkurve:

29 Spiralnebel.

Mittel = 0 km, Dispersion =  $\pm 395 \text{ km}$ .

Klassengrenzen	beob.	" berechn.
- 900		
- 700	1	0.8
- 500	2	1.9
- 300	4	3.5
- 100	4	5.1
+ 100	7	5.8
+ 300	3	5.1
+ 500	4	3.5
+ 700	3	1.9
+ 900	0	0.8
+ 1100	1	0.3
	29	

Diese Fehler dürfen als spezielle Radialbewegungen der Spiralnebel beansprucht werden; sie sind frei von Sonnenbewegung und der allen Objekten gemeinsamen Rotverschiebung.

Lassen sich in diesen 29 speziellen Radialbewegungen  $v$  weitere Eigenheiten erkennen? Am nächsten liegt die Ordnung der speziellen  $v$  nach der galaktischen Breite  $B$ :

$B$	$v$ mit ohne Vorzeichen "		
- $58^\circ$	+ 170 km	556 km	5
- 23	- 278	313	4
+ 38	- 333	333	4
+ 60	+ 70	131	8
+ 79	+ 130	334	8

In dem Gang der absoluten  $v$  gewahrt man die Erscheinung, daß die Spiralnebel die Bewegung senkrecht zur Milchstraße bevorzugen, während der Verlauf der mit Vorzeichen genommenen  $v$  deutlich zeigt, daß die polaren Nebel sich von unserm Standpunkt im Weltraum entfernen, während die der galaktischen Zone benachbarten Nebel sich uns nähern.

Sehr ausgesprochen ist die Parallelität der  $v$  mit der Totalhelligkeit  $M_g$ :

$M_g$	$v$ mit ohne Vorzeichen "		
6 <sup>m</sup> 9	- 370 km	370 km	4
8.5	- 72	243	4
8.7	+ 21	276	5
9.1	+ 43	191	5
9.5	+ 102	409	6
10.4	+ 170	384	5

Die Reihe der absoluten  $v$  sagt hier nichts aus. Dagegen prägt sich in den mit Vorzeichen gebildeten Mittelwerten ein ungefähr linearer Gang in dem Sinne aus, als ob die uns nahen Spiralnebel die Tendenz der Annäherung, die entfernten die des Zurückweichens von unserm Milchstraßensystem besitzen. Die geringe Zahl der statistischen Glieder bringt indes diese Tatsache keineswegs so sicher heraus, wie es der Zufall in dem Täfelchen gestaltete. Denn nach Aufstellung einer Verteilungstafel mit den Klassenbreiten 200 km in  $v$  und  $1^m$  in  $M_g$  ergibt sich der Korrelationskoeffizient in  $v$  und  $M_g$  zu  $r = + 0.21$ , m. F. =  $\pm 0.18$ . Natürlich findet man den analogen Gang der  $v$  auch mit dem Durchmesser der Gebilde wieder, wo dann zu kleinen Durchmessern eine positive Abstandsänderung, zu großen eine negative gehört.

Alle diese statistischen Erscheinungen lagern sich über den auffälligsten und Hauptvorgang, der sich als ein Auseinandertreiben des Systems der Spiralnebel relativ zu unserm Standpunkt beschreiben läßt. Dann bedeutet z. B. die Abhängigkeit von der galaktischen Breite, daß die Nebel bei den Polen sich rascher von uns entfernen als die Nebel der niedrigeren Breiten, und die Abhängigkeit von der Größenklasse zeigt an, daß die uns nächsten oder auch die massenstarken Spiralnebel eine geringere Auswärtsbewegung besitzen als die fernen oder etwa die massenschwachen Nebel. Daß der Zielpunkt aus den Radialbewegungen der Spiralnebel nichts zu tun hat mit dem Sonnenapex, ist bekannt.

2. Auf 10 Werte beschränken sich die Radialbewegungen der kugelförmigen Sternhaufen. Sie wurden ange-

nommen nach einer Zusammenstellung in Mt. Wilson Contr. Nr. 157, 1918, p. 12. Unter der einseitigen Verteilung der Kugelsternhaufen an der Sphäre leidet die Genauigkeit der Rechnungen, die nach Regeln in den Radialbewegungen suchen. Wenn man wieder die Sonnenbewegung  $X, Y, Z$  und eine allen Kugelhaufen gemeinsame Konstante  $K$  einführt, gelangt man zu folgender Lösung:

10 Kugelhaufen.

$$\begin{aligned} X &= -75 \text{ km} & A &= 11^{\circ}3 \\ Y &= -15 & D &= +77.4 & K &= -55 \text{ km} \\ Z &= -340 & V_0 &= -348 \text{ km} \end{aligned}$$

Galaktisch: Länge =  $90^{\circ}$  Breite =  $+15^{\circ}$ .

Die Blauverschiebung  $K = -55$  km ist nur sehr unsicher bestimmt. Bleibt  $K$  außer acht, so folgt:

$$\begin{aligned} X &= -68 \text{ km} & A &= 320^{\circ}0 \\ Y &= +57 & D &= +76.2 \\ Z &= -362 & V_0 &= -373 \text{ km} \end{aligned}$$

Galaktisch: Länge =  $79^{\circ}$  Breite =  $+19^{\circ}$ .

Die Summe der Fehlerquadrate beträgt mit den vier Unbekannten 116050, mit drei Unbekannten steigt sie erst auf 117600; Verschiebung des Zielpunktes an der Sphäre nur  $12^{\circ}$ . Die weiteren Rechnungen gelten für die zweite Lösung durch drei Unbekannte. An die beobachteten Radialbewegungen wird wieder die Sonnenbewegung  $X, Y, Z$  angebracht und so die Spezialbewegung  $v$  der einzelnen Kugelhaufen in der Gesichtslinie erhalten.

Der Werte sind zu wenige, als daß sich aus der Verteilungskurve etwas schließen ließe. Dagegen sind einige Gruppierungen der  $v$  nach verschiedenen Argumenten nicht ohne Interesse.

Ordnung nach galaktischer Breite:

$B$	$+78^{\circ}$	$+40^{\circ}$	$+1^{\circ}$	$-29^{\circ}$
Absol. $v$	58	67	123	119 km
"	2	3	2	3

Im Gegensatz zum Verhalten der Spiralnebel haben die Kugelsternhaufen eine leichtere Beweglichkeit parallel zur Milchstraßenebene als senkrecht dazu.

Ordnung nach der Totalhelligkeit:

Mg.	$6^m1$	$6^m7$	$7^m7$	$9^m0$
Absol. $v$	81	37	115	219 km
"	3	3	3	1

Hier tritt mit mäßiger Deutlichkeit eine Erscheinung zutage, die man in der gleichen Weise wie bei Sternen und planetarischen Nebeln aussprechen kann: mit abnehmender Masse wächst die Geschwindigkeit. Oder muß man mit zunehmendem Abstand sagen? Auch das ist erlaubt. Legt man *Shapleys* Parallaxen zugrunde (die nicht unabhängig von der Totalhelligkeit abgeleitet sind), so hat man:

Kiel, 1921 Oktober.

Parallaxe	$0^{\circ}000084$	068	054	035
Absol. $v$	67	51	98	185 km
"	3	3	2	2

3. Vergleicht man die Ergebnisse aus den Radialbewegungen der Spiralnebel und der Kugelsternhaufen, so fällt sofort die nahe Übereinstimmung in den Koordinaten des Zielpunktes für die Sonnenbewegung ins Auge, die sich relativ zu beiden Arten von Himmelskörpern ergibt. Behält man für die Kugelhaufen die Konstante  $K = -55$  km bei, so weichen die beiden Punkte nur um  $9^{\circ}$  ab, ohne das  $K$  der Kugelhaufen wächst die Winkelentfernung auch erst auf  $16^{\circ}$ . Nimmt man die Identität der Zielpunkte an, so gelangt man zu Vorstellungen sehr eigenartiger relativer Bewegungsvorgänge von Spiralnebeln, Kugelhaufen, Milchstraßensystem gegeneinander.

Für die Realität des Zielpunktes aus den Spiralnebeln darf die Erfahrung in Anspruch genommen werden, daß die Zuziehung von neuen, besseren und zahlreicheren Werten die Elemente dieses galaktischen Apex nicht mehr wesentlich geändert hat: aus nur 15 Radialbewegungen von Spiralnebeln, die im einzelnen manchmal schlecht mit den neuen Werten harmonieren, wurde früher der Apex der Bewegung des Milchstraßensystems gefunden zu (AN 206.114, 1918)

$A = 62^{\circ}$ ,  $D = +68^{\circ}$ ,  $V_0 = -820$  km,  $K = +656$  km, nur  $16^{\circ}$  anders als jetzt aus den 29 neuen Radialbewegungen.

Nicht in gleichem Grade darf man des galaktischen Apex aus den transversalen scheinbaren EB. der Spiralnebel sicher sein. Hier hatte sich (AN 206.113) ergeben:

$$A = 110^{\circ}, D = +34^{\circ}, q = 0^{\circ}027/1^a.$$

Die sphärische Entfernung dieses Punktes vom Apex aus den 29 Radialbewegungen beträgt  $52^{\circ}$ . Identität ist möglich, und die Verschärfung der Nebel-EB., deren Grundlage die Kenntnis der EB. der Nebel-Vergleichsterne sein muß, verdient für das Nebelproblem die höchste Aufmerksamkeit. Sicher würde man auf die Weise einen trigonometrischen Anhalt für die Entfernung der Spiralnebel und der Kugelsternhaufen gewinnen.

Der schwächste Kugelsternhaufen, dessen Radialbewegung ermittelt ist, hat die Totalhelligkeit  $9^m0$ . Es kommen noch etwa 25 solcher Gebilde vor, die heller oder ebenso hell sind, die also schon mit den optischen Mitteln von gestern den gleichen Bestimmungen zugänglich wären. Ähnlich liegt es bei den Spiralnebeln. Das schwächste auf Radialbewegung untersuchte Objekt besitzt die Sterngröße  $11^m2$ . Oberhalb dieser Grenze existieren noch etwa 100 Spiralnebel, bei denen ein Versuch der Radialbestimmung nicht aussichtslos wäre. Allerdings wirkt bei mehreren Spiralnebeln die geringe Flächenhelligkeit nachteilig, indem die größere Gesamthelligkeit dem größeren scheinbaren Durchmesser zu verdanken ist.

C. Wirtz.

### Hell leuchtende Bänder am Nachthimmel. Von M. Wolf.

Gestern am 30. Januar 1922 abends, nach Beginn der Dämmerung fiel uns zuerst ein heller Streif am Südwesthimmel auf, den wir für das Zodiakallicht gehalten hätten, wenn er nicht zu steil gestanden wäre. Als die Nacht dunkler wurde, erstrahlte der ganze Nordhimmel bis zu etwa  $30^{\circ}$  Höhe

über einer dunklen Bank des Horizontes in leuchtend hellem Schein, der die Zimmer durch die Nordfenster erhellte, so daß wir ein Nordlicht vermuteten (gegen  $9^h$  M. E. Z.). Bald gewahrten wir, daß der Himmel überall mit langgestreckten, cirrostratusartigen Bändern bedeckt war, die etwa aus WSW