

1905AN...167...363P

1904	T. m. Alger	$\Delta\alpha$	$\Delta\delta$	Cp.	Obs.	α app.	$\log p.A$	δ app.	$\log p.A$	Red. ad l	*
Juill. 8	9 ^h 58 ^m 27 ^s	+0 ^m 46 ^s 93	+ 7' 25" 2	15.10	R	18 ^h 18 ^m 41 ^s 17	9.199 _n	-17° 2' 42" 5	0.846	+3 ^s 06 +11" 5	24
8	10 30 37	+0 45.70	+ 7 25.7	15.10	S	18 18 39.94	8.958 _n	-17 2 42.0	0.850	+3.06 +11.5	24
9	10 4 50	+0 4.03	+ 8 21.1	12.12	R	18 17 58.27	9.132 _n	-17 1 46.6	0.848	+3.06 +11.5	24
9	10 28 55	+0 3.40	+ 8 22.1	12.12	S	18 17 57.64	8.927 _n	-17 1 45.6	0.851	+3.06 +11.5	24
12	10 22 2	-0 20.03	- 0 20.5	12.12	R	18 15 56.52	8.844 _n	-16 59 21.0	0.851	+3.07 +11.5	25
12	10 53 59	-0 20.52	- 0 29.5	12.12	S	18 15 56.03	6.918 _n	-16 59 30.0	0.852	+3.07 +11.5	25

Positions moyennes des étoiles de comparaison.

#	α 1904.0	δ 1904.0	Autorité	#	α 1904.0	δ 1904.0	Autorité
1	17 ^h 7 ^m 37 ^s 41	-23° 45' 26" 3	Cord. GC. 23310	14	12 ^h 25 ^m 36 ^s 17	+52° 33' 43" 8	AG. Harvard 4090
2	17 3 32.66	-23 47 1.8	Cord. ZC. 124	15	12 33 4.98	+52 9 39.1	» » 4108
3	17 2 36.40	-23 27 59.9	Cord. ZC. 65	16	12 31 46.54	+52 2 39.8	» » 4104
4	16 53 33.10	-23 34 56.9	Cord. GC. 23125	17	12 28 59.13	+51 46 17.2	» » 4097
5	13 25 2.58	+56 59 7.2	AG. Helsingfors 7583	18	12 28 36.07	+51 38 16.8	» » 4095
6	13 15 53.44	+56 27 6.2	» » 7525	19	12 21 51.19	+51 13 49.3	» » 4076
7	13 12 23.09	+56 20 29.2	» » 7503	20	12 24 22.50	+50 50 38.9	» » 4085
8	13 5 17.34	+55 29 44.8	» » 7450	21	18 22 58.77	-17 2 16.0	M ₁ 16344
9	12 55 28.96	+55 11 42.0	» » 7397	22	18 21 21.08	-17 15 12.6	M ₁ 16251
10	12 52 5.69	+54 37 8.7	» » 7378	23	18 20 11.80	-17 7 44.2	M ₁ 16204
11	12 49 10.71	+54 7 44.0	AG. Harvard 4164	24	18 17 51.18	-17 10 19.2	AOe ₂ 18148
12	12 41 1.05	+53 37 16.5	» » 4136	25	18 16 13.48	-16 59 12.0	AOe ₂ 18104
13	12 40 40.36	+52 53 41.2	» » 4134				

Einige Bemerkungen über die Helligkeit von Saturn.

Die beiden Hauptzüge des Lichtwechsels von Saturn, die in den photometrischen Messungen von G. Müller ans Licht gekommen sind, nämlich 1) daß die vom Ringe ausgestrahlte Lichtmenge seiner scheinbaren Oberfläche nahezu proportional ist, und 2) daß der Phasenkoeffizient den hohen Betrag von 0.044 pro Grad erreicht, wurden in der von Seeliger gegebenen Theorie der Saturnshelligkeiten aus der meteorischen Zusammensetzung des Ringes sehr einfach erklärt. Der allgemeinen Ansicht nach stellt diese Theorie das Beobachtungsmaterial erschöpfend dar; es sei mir daher gestattet, auf einen Mangel an Übereinstimmung zwischen Beobachtungen und Theorie hinzuweisen, über dessen Realität Beobachtungen der nächsten Jahre entscheiden können.

In seiner Diskussion der Beobachtungsergebnisse (Potsd. Publ. Bd. 8) leitet Müller für verschiedene Jahre empirische Formeln für den Phaseneinfluß ab (S. 339). Er findet die Koeffizienten so nahe miteinander übereinstimmend, daß es ihm zulässig erscheint, für alle Oppositionen einen konstanten Wert 0.0436 anzunehmen.

Nach der Seeligerschen Theorie ist der Phaseneinfluß auf das Saturnsphäroid unbedeutend, für den Ring dagegen sehr groß. Die Gesamthelligkeit wird dargestellt durch

$$\frac{\varphi}{\varphi(0)} = DY + \frac{\sin A + \sin A'}{\sin A} \frac{X\Gamma}{M}$$

wo Y und X die unverdeckten scheinbaren Oberflächen des Saturn und des Ringes, D und $1:M$ den Phaseneinfluß $f(\alpha)$ für Saturn und für den Ring bedeuten, A und A' die Elevationswinkel von Erde und Sonne über die Fläche des

Ringes und Γ eine Konstante. Der Einfluß der Phase auf die Gesamthelligkeit wird also dem prozentischen Beitrag des Ringes zu der Gesamthelligkeit nahezu proportional, bei verschwundenem Ringe unbedeutend und bei geringem Elevationswinkel kleiner als bei großer Elevation sein, ungefähr im Verhältnis der scheinbaren Ringoberfläche. Das empirische Resultat von Müller steht also im Widerspruch mit der Theorie.

Die Messungen, aus denen Müller sein Resultat abgeleitet hat, sind zumeist bei großer Elevation angestellt; von den 8 Jahreskoeffizienten, die er ableitete, gelten 6 für Elevationen von 18° bis 26°; nur die beiden ersten, aus den Jahren 1878 und 1879-80, sind bei bedeutend kleinerer Elevation, 3° und 9°, abgeleitet. Nach der Theorie sollten hier die Koeffizienten 0.011 und 0.021 gefunden werden, während Müller 0.049 und 0.031 ableitet.

Auf die großen Differenzen, welche die Theorie in den Beobachtungen von 1878 übrig läßt, hat Müller selbst schon hingewiesen, und er hat sie der geringen Übung in den ersten Beobachtungsjahren zur Last gelegt. Der m. Fehler, den die Theorie übrig läßt, ist für dieses Jahr 0.142 Grkl., während das gesamte Beobachtungsmaterial 0.097 ergibt (w. F. 0.065 S. 348). Bei der empirischen Darstellung von Müller

$$m = m_0 + f(\alpha) - f(A)$$

wo die Funktionen von α und A in Gestalt von Reduktionstafeln gegeben sind, ist der m. F. für das Jahr 1878 0.115, und für alle Beobachtungen zusammen 0.093. Hier ist also der Unterschied bedeutend geringer; außerdem mag die Vernachlässigung des Einflusses von A' mitgewirkt haben, um die Zahl 0.115 zu groß zu machen. Die Hauptursache der

1905 JAN. . . . 167. . 363 P

großen Differenzen, welche die Seeligersche Theorie in 1878 übrig läßt, könnte also eine Folge der Unzulänglichkeit der Theorie sein.

Ihr systematischer Charakter tritt noch schärfer hervor, wenn man sie nach der Phase ordnet und zu Mitteln zusammenzieht:

α	Mittl. Abw.	Anzahl
0.48	-0.05	(6)
1.75	0.00	(6)
3.90	+0.10	(6)
4.68	+0.07	(6)
5.43	+0.13	(7)

Eine Abhängigkeit von α , mit einem Koeffizienten 0.035 ± 0.006 ist in diesen Zahlen deutlich enthalten.

In der Opposition 1879/80 findet Müller einen kleineren Koeffizienten als in den anderen Jahren, obgleich noch größer als die Theorie erheischt; die Differenz ist jedoch schwerlich zu verbürgen und die Abweichungen B—R zeigen nichts systematisches.

Wenn der Phasenkoeffizient nahezu konstant ist, unabhängig von A , wie Müller es in seiner empirischen Darstellung annahm, so bedeutet das, daß nicht nur der Ring, sondern auch das Saturnsphäroid einen bedeutenden Phaseneinfluß erleidet, von derselben Größenordnung wie den des Ringes. Nun sind die Helligkeitsdifferenzen, auf denen dieses Resultat ruht, sehr gering im Verhältnis zu der Genauigkeit photometrischer Messungen; man wird es also gar nicht als fest verbürgt ansehen können. Es gibt aber noch einige andere Umstände, die auf dasselbe hinweisen, obgleich sie ebensowenig die Realität des Phänomens beweisen können:

1) Die wenigen Messungen in 1877, bei sehr kleinen A und A' geben bei großem Phasenwinkel alle eine geringere Helligkeit als die Theorie fordert, während die Müllersche empirische Darstellung kleinere Abweichungen von wechselndem Zeichen übrig läßt.

Leiden, 1905 Januar.

Zusatz von Herrn Professor H. Seeliger.

Schon Herr G. Müller hat darauf hingewiesen, daß die photometrische Beobachtung des ringlosen Saturn im Jahre 1907 »die Lücke, die in unserer Kenntnis von den Lichtverhältnissen des Saturnsystems gegenwärtig noch besteht« ausfüllen kann, und wenn Herr Pannekoek von neuem darauf aufmerksam macht, so ist dies gewiß sehr dankenswert.

Ich möchte aber bei dieser Gelegenheit daran erinnern, daß die Theorie der Beleuchtung des Saturnringes, da sie mit sehr komplexen Verhältnissen, die nur angenähert berücksichtigt werden können, zu rechnen hat, nur beanspruchen kann, die tatsächlichen Verhältnisse in großen Zügen darzustellen, auch wenn die eingehenden Konstanten besser, als bisher durchführbar war, bestimmt sein werden. Jedenfalls müßte bei einer etwaigen detaillierteren Vergleichung auf die Verschiedenheit der einzelnen Ringeile in optischer Beziehung geachtet werden und bei kleineren Elevationswinkeln kann, wie ich in meiner zweiten Abhandlung (München 1893) erörtert habe, die Beleuchtung des Florringses Einfluß ge-

Sternwarte München, 1905 Febr. 9.

2) Auch die Beobachtungen aus 1891 bei kleinen A und A' werden von den Müllerschen Tafeln besser dargestellt als von der Theorie; obgleich die Phase nur 2.63 erreicht, ist doch ein Phaseneinfluß angedeutet.

3) Die von Zöllner im Jahre 1862 bei verschwundenem Ringe angestellten Messungen sind, wie Müller S. 343 nachweist, nur durch eine bedeutende Phasenkorrektur mit der Müllerschen Normalgröße und mit seinen eigenen Resultaten von 1863-65 in Einklang zu bringen.

Dies alles würde darauf hinweisen, daß die von Seeliger gegebene Theorie eine Korrektur in dem Sinne zu erhalten hat, daß der Saturnkörper selbst einen Phaseneinfluß von einigen Hundertstel Größen pro Grad erleidet, so daß dem Ringe ein kleinerer Beitrag zu dem Phasenkoeffizient obliegt als bisher. Damit geht wohl ein Vorzug der Theorie verloren, nämlich der, daß sie, nur von physischen Verhältnissen ausgehend, die Lichtänderungen des Saturn rein theoretisch voraussagen kann; es kommt ein empirisches Glied hinein, das man theoretisch nicht erklären kann. Zwar ist dies kein Grund, von vornherein den hier angedeuteten Sachverhalt unmöglich zu erachten, denn es kommen gleich große Koeffizienten bei den kleinen Planeten vor (Ceres 0.042, Merkur 0.037 pro Grad); dennoch erscheint es seltsam, daß Saturn in bezug auf seine Oberflächenbeschaffenheit nicht bei Jupiter, sondern bei Merkur, dem Monde und den kleinen Planeten eingereiht werden soll.

Darum ist eine Entscheidung durch neue photometrische Messungen von großer Wichtigkeit. Die hier zusammengestellten Andeutungen sind zu schwach, um etwas beweisen zu können, und bei der Geringfügigkeit der Differenzen, um die es sich handelt, wäre es unzulässig, schon jetzt die Unzulänglichkeit der Theorie behaupten zu wollen. Die nächsten Jahre werden aber Gelegenheit bieten, eine Entscheidung zu treffen; im Jahre 1907 wird der Ring verschwinden, und in den Oppositionen von 1905 und 1906 wird die Elevation ungefähr der der Oppositionen von 1879 und 1878 gleich sein.

Ant. Pannekoek.

winnen. Dazu kommt noch ein Umstand, den man in Rücksicht zu ziehen haben wird.

Die verdienstvollen Beobachtungen des Herrn G. Müller haben bekanntlich gezeigt, daß die Helligkeit einiger der kleinen Planeten ganz abnorm starke Einwirkungen der Phase, und zwar auch bei kleinen Phasenwinkeln, zeigen. Man muß, wie ich bei andern Gelegenheiten auseinandergesetzt habe, annehmen, daß ähnliches überhaupt bei rauhen von der Sonne beleuchteten kosmischen Körpern stattfinden wird. Daraus folgt, daß der Phasenfaktor $f(\alpha)$ in der Theorie der Beleuchtung des Saturnringes wahrscheinlich nicht konstant zu lassen ist, welche Kompletierung natürlich ohne Mühe auszuführen ist, wenngleich die Einführung eines solchen mehr oder weniger empirischen Gliedes immerhin mit Unsicherheiten behaftet sein wird. Daß der Saturnring aus solchen Teilchen zusammengesetzt ist, welche zu der Kategorie der eben erwähnten gehören, ist wohl kaum zu bezweifeln. Welchen Betrag dieser Faktor hat, kann nur durch eine sehr eingehende Diskussion ermittelt werden.

H. Seeliger.