ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN.

N^o 3313.

Band 139.

I.

Spectrographische Untersuchungen des Saturnringes.

Von A. Belopolsky.

Diese Untersuchungen wurden mittelst des photographischen Refractors und des Spectrographen mit einem Prisma, Nr. 3, der Pulkowaer Sternwarte ausgeführt. Die niedrige Lage des Planeten (im Meridian erreichte er nur eine Höhe von 20°) erlaubte nicht andere Instrumente zu gebrauchen. Der 30 Zöller war zu dieser Zeit anderen Zwecken gewidmet, hätte auch keinen Vortheil geboten, da vieles an ihm für die vorliegenden Zwecke nicht zugerichtet ist. Dementgegen ist das photographische Rohr lichtstärker für Scheiben und besitzt ein Leitungsrohr, mittelst dessen man den Spalt des Spectrographen scharf auf einen beliebigen Theil des Planeten einstellen kann.

Eine Expositionszeit von einer Stunde bei einer Spaltöffnung von 0.03 mm war genügend um ein Spectrogramm zu erhalten, welches in den Grenzen 400 $\mu\mu$ bis 445 $\mu\mu$ scharf genug für die Messungen erschien.

Ich habe auf jeder Platte (Lumière) zwei dicht neben einander gelegene Spectra aufgenommen, um eine grössere Auswahl der für die Messungen brauchbaren Linien zu haben. Um die Mitte der Expositionszeit wurde das Spectrum des Wasserstoffs photographirt, nämlich die Linien $H\gamma$ und $H\delta$, die beide scharf erschienen.

Das Aussehen der Spectra zeigt, dass die äusseren Ränder des Ringspectrums besser begrenzt sind als die inneren und die Ränder des Scheibenspectrums. Das Spectrum des Ringes dringt weiter ins Violette, als dasjenige der Scheibe; besonders auffallend tritt dies auf einem Spectrogramm vom 13. April hervor: das Scheibenspectrum ist schon bei W.-L. 410 $\mu\mu$ äusserst schwach, während das Ringspectrum sich bis W.-L. 400 $\mu\mu$, fast ohne an Stärke abzunehmen, erstreckt.

Die Spectrallinien sind geneigt gegen die künstlichen Wasserstofflinien. Zunächst erhält man den Eindruck, als ob die Linien im Spectrum der Scheibe und des Ringes gebrochen erscheinen, an der Stelle der Trennung der Scheibe vom Ring, eine S-Figur darstellend.

Bei näherer Untersuchung zeigte es sich, dass der Grund dieser Configuration in den verschiedenen Neigungen der Spectrallinien der Scheibe und des Ringes liegt. Bei den besten Spectrogrammen sieht man, dass die Neigung der Linien im Ringe eine mit dem Radius abnehmende ist. Bei den kleinen Dimensionen des Bildes ist es schwer, besondere Einstellungen auf den inneren und äusseren Rand

zu machen, aber in den günstigsten Fällen habe ich diese Einstellungen doch erhalten.

Eine Unterbrechung der Linien im Spectrum des Ringes ist nicht zu bemerken.

Die Messungen wurden mittelst des Mikroskops von Töpfer ausgeführt, indem die Vereröserung zwischen 15 und 20 variierte. Diese Messungen bestanden darin, dass man am Ost- resp. Westrande die Einstellungen auf die künstlichen Linien und dann auf die Linien des Planetenspectrums möglichst nahe dem äusseren Rande des Ringes oder der Scheibe machte. Die Differenzen zwischen den Ablesungen der Trommel bei der Einstellung auf die künstlichen Linien wurden in die Ablesungen aller anderen Linien mit dem nöthigen Zeichen eingeführt.

Die Reductionen wurden mittelst Tafeln ausgeführt, welche nach Ausmessung einer der vielen vorhandenen Sonnenspectrogramme zusammengestellt wurden. Zur Controlle der Vergleichbarkeit des benutzten Sonnenspectrogramms mit denjenigen des Saturn wurden die Intervalle zwischen den künstlichen $H\gamma$ - und $H\delta$ -Linien mit denjenigen im Sonnenspectrogramm verglichen; in Umdrehungen der Schraube ist dieses Intervall = $44^{\text{R}}304$. Nur in zwei Fällen steigt die Differenz bis $0^{\text{R}}16$, was eine Correction der mit Hülfe der Tafeln erhaltenen Geschwindigkeiten von 0.04 geographischen Meilen verlangte.

Die Breite des vom Ring erhaltenen Spectrums ergab sich als Mittel aus vielen Messungen zu $7^{\text{R}}88$, während sie für die Beobachtungszeit = $8^{\text{R}}00$ sein sollte; also, wie es scheint, ist der ganze sichtbare Ring dargestellt.

Die Scheibe selbst aber hat verwaschene Ränder und deswegen wurden die Einstellungen auf die Linien nicht am Rande selbst, sondern in Punkten gemacht, welche gegenseitig um $15''$ – $16''$ abstanden. Der äquatoreale Durchmesser des Planeten war zur Zeit der Beobachtungen im Mittel = $19^{\text{R}}08$, wenn man den wahrscheinlichsten Werth in mittlerer Entfernung von der Erde zu $17^{\text{R}}6$ annimmt. (Siehe die Werthe, welche H. Struve in seinem Artikel »On the Dimension of Saturn's Disc« zusammenstellt, M. N. vol. LIV No. 8).

Nachfolgende Tafel enthält die Mittel aus den Geschwindigkeiten im Visionsradius, welche aus jedem Spectrogramm erhalten wurden. Daneben steht die Zahl der benutzten Linien. Die Opposition war 1895 April 23.

1895	Ring	Zahl d. L.	Scheibe	Zahl d. L.
April 19	7.45 g. M.	7	—	—
» 20	7.40 »	4	—	—
» 24	8.64 »	9	—	—
» 25	8.70 »	5	4.54 g. M.	3
» 26	8.38 »	6	—	—
» 27	8.15 »	3	—	—
» 28	7.96 »	14	3.72 »	9
» 29	7.38 »	10	3.97 »	10
» 30	8.01 »	22	4.56 »	16
Mai 1	8.28 »	20	4.50 »	8
» 2	8.11 »	19	4.53 »	11
» 3	8.16 »	14	3.43 »	9
» 6	7.31 »	10	3.58 »	6
» 9	7.47 »	9	4.20 »	11
» 10	7.71 »	4	3.34 »	4
» 15	8.75 »	9	3.70 »	7
» 16	8.67 »	11	4.02 »	11
» 17	7.68 »	8	3.67 »	7
» 27	8.33 »	4	—	—
» 29	7.78 »	10	3.60 »	6
Mittel	8.00 »		3.94 »	

Dies sind die relativen Geschwindigkeiten in der Richtung des Visionsradius der Ost- und Westränder des Ringes und der Scheibe. Letztere muss noch aus Gründen, die oben erwähnt waren, mit dem Factor 1.23 multiplicirt werden.

Wenden wir die Formel an, welche Ketteler in seiner »Astronomischen Undulationstheorie« für reflectirtes Licht entwickelt (p. 84). Sei:

λ die resultirende W.-L.;

λ_1 die normale W.-L.;

v die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichts;

g die Geschwindigkeit, mit welcher sich das reflectirende Object in der Lothrichtung bewegt;

e der Einfallswinkel;

ψ der Winkel zwischen dem Loth und der wirklichen Bewegung des Objects; dann lautet die Formel

$$\lambda = \lambda_1 (1 \pm 2 \frac{g}{v} \cos e \cos \psi)$$

oder in unserem Fall, wenn λ_0 und λ_W die W.-L. der beiden Ränder bedeuten

$$\lambda_W - \lambda_0 = 4 \frac{g}{v} \lambda_1 \cos^2 e \cos \psi$$

woher

$$g = \frac{\lambda_W - \lambda_0}{4} \frac{v}{\lambda_1} \sec^2 e \cdot \sec \psi$$

Hier ist e der Winkel: $\frac{\text{Sonne-Saturn-Erde}}{2}$, welcher

nur in den Quadraturen den Werth 3° erreicht. Der Winkel ψ ist derjenige zwischen der Ebene des Ringes und der Linie Saturn-Sonne; letzterer änderte sich während der Beobachtungszeit von $17^\circ 4$ bis $17^\circ 9$, während die Höhe der Erde über der Fläche des Ringes, ψ_1 , zwischen $17^\circ 3$ und $16^\circ 5$ war. Wenn diese beiden Winkel beträchtlich verschieden wären, so müsste noch als Factor in die obige Formel $\sec(\psi - \psi_1)$ eingeführt werden.

Pulkovo 1895 Aug. 25.

Also für den Ring haben wir

$$g = \frac{8.00}{4} \text{ g. M. sec } 17^\circ 7 = 2.00 \text{ g. M. sec } 17^\circ 7 \\ = 2.09 \text{ g. M.}$$

oder $g = 15.5 \text{ km pro Secunde.}$

Für den Aequator des Saturn erhalten wir ebenso:

$$g_e = \frac{3.94}{4} \text{ g. M. sec } 17^\circ 7 \times 1.23$$

$$g_e = 1.27 \text{ g. M.} = 9.4 \text{ km.}$$

Weiter gebe ich noch die Differenzen der Geschwindigkeiten im Visionsradius der inneren und äusseren Ränder des Ringes, welche ich nur auf einzelnen Spectrogrammen messen konnte:

1895	Diff. der Geschw.
April 28	5.7 km p. Sec.
» 29	10.5 » »
» 30	12.7 » »
» 30	5.8 » »
Mai 2	10.2 » »
» 2	10.5 » »
» 3	11.6 » »
» 3	12.5 » »
» 3	10.2 » »
» 4	15.9 » »
» 4	9.2 » »
» 4	10.4 » »
» 16	8.6 » »
» 16	11.8 » »
Mittel	10.4 » »

Man erhält die beobachtete doppelte Geschwindigkeit des inneren Randes, indem man zu $\frac{8.00}{2} \text{ g. M.} = \frac{59.3}{2} \text{ km}$ das obige Mittel addirt. Also

$$29.7 + 10.4 = 40.1 \text{ km.}$$

Die Geschwindigkeit des inneren Randes ergibt sich:

$$g = \frac{40.1}{2} \text{ sec } 17^\circ 7 = 21.0 \text{ km.}$$

Die berechneten Geschwindigkeiten des Saturnäquators, der inneren und äusseren Ränder des Ringes sind:

Aequator	10.3 km p. Sec.
Inn. Rand	21.0 » »
Äuss. Rand	17.1 » »

Keeler hat erhalten (Astrophysical Journal 1895 May):

Aequator	10.3 km p. Sec.
Inn. Rand	20.0 » »
Äuss. Rand	16.4 » »

Deslandres erhielt (Comptes Rendus 1895 No. 21):

Aequator	9.4 km p. Sec.
Inn. Rand	20.1 » »
Äuss. Rand	15.4 » »

Pulkovo:

Aequator	9.4 km p. Sec.
Inn. Rand	21.0 » »
Äuss. Rand	15.5 » »

A. Belopolsky.