

**BEOBACHTUNGEN
DES SATURNSTRABANTEN TITAN**

AM

KÖNIGSBERGER UND BERLINER REFRACTOR.

VON

HERMANN STRUVE.

AUS DEN ABHANDLUNGEN DER KÖNIGL. PREUSS. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
VOM JAHRE 1907.

BERLIN 1908.

VERLAG DER KÖNIGL. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

**BEOBACHTUNGEN
DES SATURNSTRABANTEN TITAN**

AM

KÖNIGSBERGER UND BERLINER REFRACTOR.

VON

HERMANN STRUVE.

AUS DEN ABHANDLUNGEN DER KÖNIGL. PREUSS. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
VOM JAHRE 1907.

BERLIN 1908.

VERLAG DER KÖNIGL. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

wurden, daß Titan mit genügender Genauigkeit an den Planeten angeschlossen werden konnte, um eine sichere Bestimmung seiner Länge und Halbhaxe zu ermöglichen. Der niedrige Stand des Planeten war andererseits geeignet, eine andere Frage zu beantworten, welche meine Pulkowaer Beobachtungen aufgeworfen hatten. In den Jahren 1889—1892 waren die Trabanten Rhea und Titan durch rechtwinklige Coordinaten in der Richtung des äquatorealen und polaren Durchmessers an den Ost- und Westrand, beziehungsweise den Nord- und Südrand angeschlossen worden, und es hatte sich bei der Ableitung der Bahnen herausgestellt, daß das scheinbare oder optische Centrum des Planeten nicht mit dem Schwerpunkt desselben zusammenfiel, sondern ein wenig gegen letzteren nach Süden verschoben war. Es schien von vornherein wahrscheinlich, daß diese Verschiebung einen optisch-physiologischen Grund habe und auf die ungleiche Färbung des Nord- und Südrandes des Planeten in Folge der atmosphärischen Dispersion zurückzuführen sei. Da jedoch die Beobachtungen der Marstrabanten, die nur wenige Jahre später nach der nämlichen Methode und mit demselben Instrumente ausgeführt worden waren, keine Spur einer solchen Verrückung des optischen Centrums zeigten (cf. Vol. XI p. 127), so war eine andere Erklärung für diese merkwürdige Erscheinung immerhin denkbar.

In dieser Absicht wurden die Beobachtungen von Titan im August 1901 am 13-zölligen Refractor in Königsberg von mir begonnen und nach der nämlichen Methode wie in Pulkowa durch Anschluß (x, y) des Trabanten an den Ost- und Westrand des Planeten, bzw. den Nord- und Südrand des Ringes ausgeführt. Da anfangs bei der weiten Öffnung des Ringes der eine Pol des Planeten verdeckt war, konnte damals nur der Ring für den Anschluß in y in Betracht kommen. Während der beiden folgenden Oppositionen 1902 und 1903 wurde die bei dem niedrigen Stande weniger sichere Messung der y -Coordinate aufgegeben und nur die x -Coordinate zur Ableitung der Länge und Halbhaxe gemessen. 1904 sind wieder beide Coordinaten gleichmäßig beobachtet, wobei der Anschluß in y jetzt wieder an die beiden Ränder des Planeten erfolgte. Endlich wurde während der Opposition 1906, nach meiner Übersiedelung nach Berlin, noch eine fünfte vollständige Messungsreihe am Berliner Refractor hinzugefügt, um mit Rücksicht auf spätere Untersuchungen auch die Lage der Bahnebene von Titan möglichst sicher festzulegen.

Von den beiden Instrumenten, die bei diesen Beobachtungen benutzt worden sind, war der 13-zöllige Reinfelder-Repsold'sche Refractor in Königsberg im Jahre 1897/98 aufgestellt worden. Die näheren Angaben über dieses sowohl in mechanischer wie auch optischer Hinsicht vortreffliche Instrument und über die Bestimmung des Schraubenwerths des Mikrometers finden sich in der 41. Abtheilung der »Astronomischen Beobachtungen in Königsberg«. Der Berliner Refractor mit dem alten 9-zölligen Objective von Fraunhofer hatte im Sommer 1906, kurz vor Beginn der letzten Beobachtungsreihe, eine neue Aufstellung durch A. Repsold & Söhne erhalten, durch welche dieses Instrument wenigstens in seinen mechanischen Leistungen wieder den neueren Refractoren ebenbürtig geworden ist.

Da die Ergebnisse dieser Beobachtungsreihe das Vorhandensein eines größeren Gliedes langer Periode in der Bewegung von Titan nicht bestätigten, so konnte die Ursache der größeren Abweichungen in den Längen früherer Epochen nur noch in einer fehlerhaften Ableitung derselben oder in systematischen Beobachtungsfehlern gesucht werden. Die Revision der betreffenden Reihen, welche dadurch veranlaßt wurde, hat in der That die letzten Zweifel in dieser Hinsicht zerstreut. An den Rechnungen und der Reduction der Beobachtungen haben sich der frühere Assistent der Königsberger Sternwarte Hr. Oberlehrer Postelmann und der jetzige Gehülfe Hr. Dr. Hassenstein in dankenswerther Weise betheiligt.

1.

Im Folgenden sind die einzelnen Messungsreihen zusammengestellt. Jede vollständige Messung in x oder y beruht auf acht Einstellungen, je vier zu beiden Seiten des festen Fadens, die sich symmetrisch auf die beiden gegenüberliegenden Ränder des Planeten vertheilen. Häufig wurden die Messungen mit veränderter Coincidenz wiederholt. In den ersten Jahren wurde stets nur in einer Lage des Instruments, später abwechselnd in beiden Lagen des Instruments, die mit I und II unterschieden sind, beobachtet. Die Werthe von $2x$ und $2y$ sind in Revolutionen der Schraube ausgedrückt und durch einfache Mittelbildung aus den Einstellungen auf beide Ränder erhalten. Die Bewegung des Trabanten ist durch die Reihenfolge der Einstellungen eliminiert. Daneben ist der Positionswinkel P der y -Axe, auf welchen die Messungen sich beziehen, ange-

geben. Um die spätere Reduction der Messungen zu erleichtern, wurde P in der Regel nur wenig verschieden von der durch die Bahnelemente gegebenen Richtung des Pols der Bahnebene von Titan am Positionskreise eingestellt. Ausnahmen von dieser Regel wurden nur dann gemacht, wenn die Stellung des Trabanten es erforderte, d. h. sein Abstand von einer der Berührungslinien in den Richtungen P oder $90^\circ + P$ zu klein war, um sichere Einstellungen mit den Fäden zu ermöglichen. Besondere Sorgfalt ist auf die Orientierung des Fadenkreuzes bezüglich des Parallels verwandt worden, dessen Richtung stets an Sternen in der Nähe des Planeten, und zwar durch Mikrometermessungen am beweglichen Faden bestimmt wurde. Während jeder Reihe verblieb das Mikrometer in unveränderter Lage am Fernrohr, und wurden die Instrumentalconstanten und ihr Einfluss auf die Ablesungen des Positionskreises wiederholt ermittelt. Die Angaben für P sind daher bis auf etwa 0.5 zu verbürgen, was einem Fehler von höchstens 0.03 in γ in der Elongation des Trabanten entsprechen würde. Da die Messungen während der Sommer- und Herbstmonate in wenig verschiedenen Temperaturen, meist zwischen 15° und 25° C angestellt sind und der Schraubenwerth des Königsberger Mikrometers keinen nachweisbaren Temperaturcoefficienten besitzt, so ist die Angabe der Temperaturen unterblieben. Für das Berliner Mikrometer ist der Temperaturcoefficient noch nicht sicher ermittelt, jedenfalls aber auch so klein, dass er bei der vorliegenden Reihe vernachlässigt werden durfte. Die angewandte Vergrößerung war bei den Beobachtungen am 13-zölligen Refractor in Königsberg eine 200-fache, bei den Beobachtungen am 9-zölligen Refractor in Berlin, welche schon bei günstigerer Stellung des Planeten gemacht werden konnten, gewöhnlich eine 260-fache. Es wurde immer weisse oder schwach rothe Feldbeleuchtung benutzt und jede Einstellung stets mit Ocularschiebung in der Mitte des Gesichtsfeldes ausgeführt. In den mit N überschriebenen Columnen ist die Lage des Instruments mit I und II und die Zahl der Einstellungen, gewöhnlich 8, angegeben. Für die Güte der Bilder ist die von mir auch früher benutzte Scala 1 »schlecht«, 5 »sehr gut« angenommen. Im Ganzen waren die Luftverhältnisse ungeachtet des niedrigen Standes des Planeten bei den Königsberger Beobachtungen und der stets dunstigen Atmosphäre auf der Berliner Sternwarte nicht ungünstige zu nennen. Die Definition der Bilder liefs namentlich bei den Berliner Messungen wenig zu wünschen und glich dadurch die

geringere optische Kraft des Berliner Fernrohrs vollständig aus. Häufige Störungen verursachten bei den Messungen in Königsberg die Stöße des großen Dampfhammers der in der Nähe der dortigen Sternwarte befindlichen Uniongießerei.

Die folgenden Werthe von $2x$, $2y$ geben die unmittelbaren Messungsergebnisse, ohne Anbringung der erforderlichen Correctionen, welche erst weiterhin berücksichtigt sind. Die Coordinaten beziehen sich auf den unter P angegebenen Positionswinkel der y -Axe.

Mikrometermessungen am Königsberger Refractor.
Opposition 1901.

Datum	Sternzeit Königsberg	$2x$	N	Sternzeit Königsberg	$2y$	N	P	Bild
1901 Aug. 4	20 ^h 0 ^m 43 ^s	+ 8 ^r .133	I, 8	20 ^h 11 ^m 18 ^s	-6 ^r .957	I, 8	+7° 37' 9"	3-2 ¹
9	18 57 31	-18.068	I, 8	19 7 45	-1.135	I, 8	+6 59.7	2-3 ²
10	19 30 10	-17.402	I, 8	19 37 47	+1.887	I, 8	+6 59.8	3-4, 2-3
11	19 7 32	-14.063	I, 8	19 14 15	+4.604	I, 8	+6 59.8	2
12	18 39 40	- 8.536	I, 8	18 46 14	+6.552	I, 8	+6 59.7	3-2 ³
13	19 23 6	- 1.276	I, 8	19 28 36	+7.444	I, 8	+6 59.8	3-4 ⁴
	35 1	- 1.245	I, 8				.	3-4
14	18 55 47	+ 5.753	I, 8	19 4 18	+7.129	I, 8	+6 59.7	2-3 ⁵
	19 34 51	+ 5.929	I, 8				+6 59.8	3-2
15	18 45 28	+11.986	I, 8	18 52 35	+5.645	I, 8	+6 59.7	2-3 ⁶
	18 59 40	+12.044	I, 8				.	3-4
16	18 55 37	+16.318	I, 8	19 11 5	+3.221	I, 8	+6 59.7	3 ⁷
18	18 28 0	+17.016	I, 8	18 37 21	-2.604	I, 8	+6 59.7	4 ⁸
	18 45 35	+17.004	I, 8	18 55 44	-2.665	I, 8	.	4-3
19	18 3 42	+13.568	I, 8	18 12 35	-5.113	I, 8	+6 59.6	4
	18 19 23	+13.519	I, 8	18 27 9	-5.153	I, 8	.	3
20	17 43 33	+ 8.179	I, 8	18 1 10	-6.865	I, 4	+6 59.5	2 ⁹
	17 52 38	+ 8.141	I, 8				.	2-3
21	17 47 50	+ 1.583	I, 8	17 55 22	-7.747	I, 8	+6 59.5	2
	19 12 51	+ 1.169	I, 8	19 21 51	-7.715	I, 8	+6 59.8	2-1 ⁹
	19 29 43	+ 1.134	I, 8	19 40 14	-7.739	I, 8	.	2-1
22	17 59 42	- 5.268	I, 8	18 8 0	-7.479	I, 8	+6 59.6	var. 3
	18 21 31	- 5.339	I, 8	18 29 21	-7.457	I, 8	.	var. 3
23	19 8 2	-11.503	I, 8	19 15 45	-6.028	I, 8	+6 59.8	3-2
	19 34 38	-11.592	I, 8	20 17 56	-5.870	I, 8	+6 59.9	2

¹ x befriedigend, y durch Anschluss an den Ring, wegen verschiedener Färbung des Nord- und Südendes schwierig. ² y sehr schwierig. ³ Verschleiert, Titan schwach. ⁴ Dunst.
⁵ Dunst, y unsicher. ⁶ Sehr dunstig. ⁷ Sehr dunstig, y unsicher. ⁸ Befriedigend.
 Auch y heute besser. ⁹ y unsicher.

Datum	Sternzeit Königsberg	$2x$	N	Sternzeit Königsberg	$2y$	N	P	Bild
1901 Aug. 24	17 ^h 59 ^m 56 ^s	-15.641	I, 8	18 ^h 12 ^m 28 ^s	-3.861	I, 8	+6° 59'6	1
	18 33 7	-15.673	I, 8	19 17 25	-3.758	I, 8	"	1-2
25	19 33 27	-17.747	I, 8	19 42 31	-0.920	I, 8	+6 59.9	3-4
	20 8 58	-17.761	I, 8	19 59 51	-0.879	I, 8	"	2-3
26	18 9 37	-17.078	I, 8	18 19 3	+1.853	I, 8	+6 59.6	2-3
Sept. 5	18 35 47	+ 7.616	I, 8	18 45 19	-6.899	I, 8	+6 59.7	2 ¹
11	19 3 40	-16.573	I, 8	19 14 39	+1.966	I, 8	+6 59.8	2-3
12	19 0 27	-13.216	I, 8	19 10 8	+4.566	I, 8	+6 59.8	3 ²
15	18 56 12	+ 5.823	I, 8	19 5 38	+6.736	I, 4	+6 59.7	3-4 ³
21	19 5 14	+ 7.216	I, 8	19 16 32	-6.753	I, 8	+6 59.8	2-3
	19 45 19	+ 7.069	I, 8	19 54 20	-6.751	I, 8	"	3-2
22	19 20 48	+ 1.256	I, 8	19 28 52	-7.330	I, 8	+10 14.9	3 ⁴
	20 2 14	+ 0.533	I, 8	20 8 51	-7.432	I, 8	+5 59.9	3
23	19 11 3	- 5.526	I, 8	19 22 10	-7.076	I, 8	+6 59.8	3 ⁵
24	19 6 52	-11.130	I, 8	19 18 39	-5.659	I, 8	+6 59.8	3
25	19 27 14	-15.196	I, 8	19 36 49	-3.466	I, 8	+6 59.8	3-4
26	18 59 43	-16.903	I, 8	19 8 42	-0.898	I, 8	+6 59.7	3-4
27	19 42 20	-16.078	I, 8	19 47 26	+2.002	I, 8	+6 59.9	5 ⁶
29	19 0 36	- 7.497	I, 8	19 9 57	+6.230	I, 8	+6 59.8	4 ⁷
	19 23 20	- 7.436	I, 8	19 32 30	+6.239	I, 8	"	3
Oct. 1	18 44 58	+ 5.653	I, 8	18 53 22	+6.616	I, 8	+6 59.7	4-3 ⁷
	18 59 44	+ 5.714	I, 8	19 6 56	+6.613	I, 8	"	3
4	19 20 59	+16.746	I, 8	19 32 58	+0.125	I, 8	+6 59.8	4-3 ⁸
				19 54 48	+0.046	I, 10	"	3-4

¹ y mittelmäßig. ² y besser als gewöhnlich. ³ Durch Gewölk unterbrochen.
⁴ y schwierig. Dunst. Titan schwach. ⁶ Recht gut. ⁷ Gut. ⁸ Befriedigend.

Opposition 1902.

Datum	Sternzeit Königsberg	$2x$	N	P	Bild	Bemerkungen
1902 Aug. 8	19 ^h 16 ^m 32 ^s	- 3.042	I, 8	+7° 20'3	3-4	Befriedigend
	19 25 37	- 3.072	I, 8		4-3	
10	20 30 32	-15.053	I, 8	+7 20.5	2	Dunst
13	20 1 25	-15.283	I, 8	+7 20.4	3-4	
17	20 50 4	+11.032	I, 8	+7 20.6	3-2	
23	18 49 32	+ 3.720	I, 8	+7 20.3	2-3	
	19 52 22	+ 3.397	I, 8		3	
26	18 44 55	-14.741	I, 8	+7 20.3	4-3	
	20 10 7	-14.974	I, 8		4	Gut
27	18 26 56	-17.551	I, 8	+7 20.2	2-3	

Beobachtungen des Saturnstrabanten Titan.

9

Datum	Sternzeit Königsberg	z	N	P	Bild	Bemerkungen
1902 Aug. 29	18 ^h 54 ^m 3 ^s	-15.049	I, 8	+7° 20'3	3	Sehr dunstig
	19 53 7	-14.886	I, 8		3-4	Besser
Sept. 2	18 55 52	+10.631	I, 8	+7 20.3	3-2	
	19 5 50	+10.648	I, 8	"	3-2	
3	18 51 47	+15.480	I, 8	+7 20.3	2-3	
	20 20 30	+15.714($\frac{1}{2}$)	I, 8		1	Ganz unsicher
4	18 27 45	+17.881	I, 8	+7 20.1	2	Dunst
	18 48 23	+17.894	I, 8		2-3	
5	18 41 36	+17.581	I, 8	+7 20.2	1-2	Unsicher
8	18 29 45	+ 3.441	I, 8	+7 20.3	2-3	
	18 36 45	+ 3.414	I, 8		2-3	
	19 21 58	+ 3.232	I, 8		3	
	20 23 36	+ 2.917	I, 8		3-4	
9	19 30 49	- 3.619	I, 8	+7 20.3	3	Verschleiert
	19 40 13	- 3.654	I, 8		3-2	
10	18 25 51	-9.606($\frac{1}{2}$)	I, 8	+7 20.3	1-2	Mittelmäßig
	19 37 12	- 9.904	I, 8		3-2	Durch Dunst
	19 43 3	- 9.935	I, 8		3-2	
15	19 36 5	- 9.359	I, 8	+7 20.3	2-3	Gewölk
17	18 40 8	+ 4.108	I, 8	+7 20.3	2-3	Sehr starker Dunst
	18 59 47	+ 4.208	I, 8		2-3	Titan äußerst schwach
	19 13 13	+ 4.265	I, 8		3	Etwas besser
	19 26 54	+ 4.319	I, 10		3	
18	19 41 16	+10.722	I, 8	+7 20.3	2	Unruhig
	19 52 19	+10.757	I, 8		3	Durch Gewölk
	20 12 16	+10.820	I, 8		2-3	
19	20 56 29	+15.519	I, 12	+7 20.6	2-3	Durch Gewölk
20	19 5 21	+17.533	I, 8	+7 20.3	3-4	Befriedigend
	19 14 52	+17.517	I, 8		3-4	
21	18 44 40	+17.115	I, 8	+7 20.2	4	
	18 52 27	+17.122	I, 8		4-3	
22	18 50 4	+14.253	I, 8	+7 20.3	3-2	
	20 14 16	+14.017	I, 8		3	
23	19 7 27	+ 9.271	I, 8	+7 20.3	3-4	
	19 14 17	+ 9.238	I, 8		3-4	
25	18 53 40	- 3.478	I, 8	+7 20.3	3-2	Starke Wallungen
	19 2 44	- 3.519	I, 8		3-2	Auf weißem Felde
	20 16 1	- 3.854	I, 8		2	
26	18 42 36	- 9.561	I, 8	+7 20.2	4	
	19 17 37	- 9.686	I, 8		3	
Oct.	19 14 34	- 2.667	I, 8	+7 20.3	2	
	19 22 28	- 2.654	I, 8		2	
3	20 28 43	+ 4.570	I, 8	+7 20.5	3-4	
	20 34 45	+ 4.591	I, 8		3-2	

Opposition 1903.

Datum	Sternzeit Königsberg	$2x$	N	P	Bild	Bemerkungen
1903 Aug. 4	19 ^h 39 ^m 8 ^s	+14.636	I, 8	+6° 55' 3	3	Ostrand schärfer als der Westrand
	19 46 50	+14.643	I, 8	"	3	
7	19 8 53	+16.926	I, 8	+6 55.3	2	Durch Gewölk
	19 24 48	+16.911	I, 8	"	2	
	19 40 28	+16.841	I, 8	"	3-2	
9	20 29 17	+ 6.001	I, 8	+6 55.5	2	Mittelmäßig
11	19 8 17	- 7.708	I, 8	+6 55.3	3-2	Sehr dunstig
	19 16 4	- 7.706	I, 8	"	2-3	
	19 33 21	- 7.779	I, 8	"	3-2	
13	20 21 8	-17.429	I, 8	+6 55.5	3	Besser
	20 28 13	-17.450	I, 8	"	3	
	20 46 47	-17.434	I, 8	"	3	
14	20 4 55	-18.375	I, 8	+6 55.4	4-3	Ganz gut
	20 12 54	-18.374	I, 8	"	4-3	
	20 21 59	-18.366	I, 8	"	4-3	
Sept. 12	21 2 9	- 8.613	I, 8	+6 55.7	3-2	Dunst
	21 16 22	- 8.662	I, 8	"	2-3	
	21 27 43	- 8.698	I, 8	"	2-3	
	21 34 59	- 8.737	I, 8	"	3	
	21 44 50	- 8.766	I, 8	"	4-3	
16	21 22 30	-15.479	I, 8	+6 55.7	2	} Beob. schwierig und un- sicher
	21 32 8	-15.427	I, 8	"	2	
	21 42 36	-15.396	I, 8	"	2	
	22 2 48	-15.358	I, 8	"	2	
17	19 12 19	-11.130	I, 8	+6 55.3	3-4	Ostrand etwas schärfer als der Westrand
	19 19 19	-11.127	I, 8	"	3-4	
	19 26 43	-11.102	I, 8	"	3-4	
	19 37 43	-11.059	I, 8	"	3-4	
18	19 34 57	- 4.592	I, 8	+6 55.4	3	Gut
	19 42 14	- 4.551	I, 8	"	3-4	
	19 50 26	- 4.496	I, 8	"	3-4	
	19 57 48	- 4.461	I, 8	"	3-4	
19	19 46 23	+ 2.657	I, 8	+6 55.4	3-4	Gut
	19 53 1	+ 2.715	I, 8	"	3-4	
	20 8 30	+ 2.776	I, 8	"	4-3	
	20 13 37	+ 2.815	I, 8	"	4-3	
20	19 19 35	+ 9.346	I, 8	+6 55.3	3	Gut
	19 28 40	+ 9.359	I, 8	"	3	
	19 36 12	+ 9.404	I, 8	"	3	
	19 33 41	+14.648	I, 8	+6 55.4	4	
	19 40 25	+14.674	I, 8	"	4	
	19 47 47	+14.706	I, 8	"	4	

Datum	Sternzeit Königsberg	z	N	P	Bild	Bemerkungen
1903 Sept. 24	18 ^h 57 ^m 54 ^s	+15.718	I, 8	+6° 55'3	2-4	Sehr veränderlich
	19 16 7	+15.693	I, 8		2-4	
	19 26 12	+15.648	I, 8		2-4	
25	19 0 32	+11.206	I, 8	+6 55.3	4	Gut
	19 6 50	+11.195	I, 8	"	4	
	19 14 46	+11.142	I, 8		2-4	
26	19 15 32	+ 5.085	I, 8	+6 55.3	4-5	Gut
	19 22 40	+ 5.065	I, 8		4	
	19 34 46	+ 5.017	I, 8		4-3	
27	19 0 52	- 1.577	I, 8	+6 54.7	4-3	
	19 10 39	- 1.646	II, 8		4-3	
	19 16 49	- 1.660	II, 8		4-3	
	19 30 47	- 1.724	I, 8		3-4	
28	18 59 50	- 8.089	I, 8	+6 54.6	3-4	Dunst. Titan schwach
	19 10 0	- 8.175	II, 8		3	
	19 17 16	- 8.203	II, 8		3-4	
	19 27 31	- 8.180	I, 8		3	
30	18 58 50	-16.660	I, 8	+6 54.6	4-5	Verschleiert
	19 9 42	-16.688	II, 8	"	4	
	19 19 3	-16.731	II, 8		4	
	19 30 11	-16.716	I, 8		4-5	
Oct. 1	18 58 12	-17.417	I, 8	+6 54.7	2-3	Titan sehr schwach
	19 12 59	-17.404	II, 8		2-3	
	19 26 12	-17.423	II, 8		3	
	19 36 47	-17.395	I, 8		3	
19	19 35 53	-10.357	I, 8	+6 54.7	1-2	Etwas besser Mittelmäßig
	19 46 1	-10.347	II, 7	"	2-3	
21	19 35 16	+ 2.653	I, 8	+6 54.8	4	Gut
	19 44 54	+ 2.713	II, 8	"	4-3	
	19 52 52	+ 2.723	II, 8		3-4	
	20 16 21	+ 2.866	I, 8		3-4	
25	19 39 4	+17.024	I, 8	+6 54.8	3-2	Dunst
	19 49 10	+16.979	II, 8	"	3-2	
	20 0 8	+17.000	II, 8		3-2	
	20 15 11	+16.979	I, 8		3-2	
26	19 52 33	+14.768	I, 8	+6 54.8	2	Dunst noch stärker
	20 4 34	+14.728	II, 8		3-4	
	20 15 39	+14.687	II, 8		3-4	
	20 27 6	+14.675	I, 8		3	

Opposition 1904.

Datum	Sternzeit Königsberg	$2x$	N	Sternzeit Königsberg	$2y$	N	P	Bild
1904 Juli 20	19 ^h 44 ^m 14 ^s	+13.5021	I, 8	19 ^h 53 ^m 50 ^s	+3.309	I, 8	+6° 29.7	2-3 ¹
	20 15 4	+13.131	II, 8	20 6 14	+3.288	II, 8		3-2
21	19 25 38	+17.335	I, 8	19 38 19	+1.893	I, 8	+6 29.6	3-2
	20 0 44	+17.399	II, 8	19 51 22	+1.845	II, 8		3-2
22	19 21 8	+19.104	I, 8	19 30 3	+0.163	I, 8	+6 29.6	4
	19 47 7	+19.115	II, 8	19 40 12	+0.164	II, 8		4 ²
31	19 22 36	-17.596	I, 8	19 33 6	+1.364	I, 8	+6 29.6	2
	19 52 2	-17.542	II, 8	19 42 48	+1.405	II, 8		4 ³
Aug. 1	19 38 48	-13.798	I, 8	19 47 47	+3.054	I, 8	+6 29.7	3
	20 10 19	-13.675	II, 8	20 2 21	+3.086	II, 8		3-4
2	19 55 58	- 7.626	I, 8	20 4 14	+4.192	I, 8	+6 29.7	3
	20 25 4	- 7.491	II, 8	20 13 59	+4.254	II, 8		3-4
3	19 51 28	- 0.246	I, 8	20 0 42	+4.650	I, 8	+6 29.7	2-4 ⁴
	20 24 31	- 0.110	II, 8	20 13 49	+4.663	II, 8		2-4
4	19 54 34	+ 7.163	I, 8	20 5 0	+4.324	I, 8	+6 29.7	3-4
	20 24 29	+ 7.341	II, 8	20 14 43	+4.342	II, 8		2-4
5	20 23 57	+13.564	I, 8	20 31 0	+3.301	I, 8	+6 29.8	4-3
	20 49 43	+13.668	II, 8	20 42 2	+3.297	II, 8		3-4
11	20 13 16	+ 1.263	I, 8	20 19 53	-4.923	I, 8	+6 29.8	4 ⁵
				20 29 15	-4.933	II, 8		
	20 36 19	+ 1.368	II, 8				+9 28.6	4 ⁶
	20 43 59	+ 1.369	II, 8					
12	19 33 47	- 5.744	I, 8	19 41 20	-4.637	I, 8	+6 30.9	2-3
	19 53 46	- 5.846	I, 8	19 47 47	-4.627	I, 8	"	3
13	20 37 57	-12.346	I, 8	20 46 6	-3.648	I, 8	+6 29.9	3
	21 3 19	-12.459	II, 8	20 55 45	-3.670	II, 8		3
17	20 0 39	-13.428	I, 8	20 9 33	+3.291	I, 8	+6 29.8	3
	20 27 44	-13.340	II, 8	20 19 24	+3.304	II, 8		3
19	20 25 32	+ 0.341	I, 8	20 34 20	+4.831	I, 8	+6 31.1	2-3 ⁷
	20 49 9	+ 0.448	I, 8	20 41 56	+4.828	I, 8	"	3-2
	20 56 6	+ 0.257	I, 8				+9 31.1	
20	21 6 34	+ 7.928	I, 8	21 16 58	+4.407	I, 8	+6 30.0	2 ⁸
	21 35 29	+ 8.052	II, 8	21 27 24	+4.395	II, 8	"	3-2 ⁹
21	20 41 58	+13.876	I, 8	20 49 16	+3.321	I, 8	+6 29.9	3
	21 3 39	+14.025	II, 8	20 57 3	+3.316	II, 8	+6 30.4	3-4
26	21 0 5	+ 7.589	I, 8	21 5 13	-4.667	I, 4	+6 31.2	4 ¹⁰
	22 11 15	+ 7.272	I, 8	21 58 2	-4.717	I, 8	"	3-4
				22 3 55	-4.703	I, 8		3-4 ¹¹

¹ Die Pole des Planeten liegen frei, Anschluß in y jetzt sicherer als früher. ² Dunst.
³ Befriedigend. ⁴ Variabel. ⁵ Dunst. Mittelmäßig. ⁶ Etwas besser. ⁷ Leichtes
Gewölk. ⁸ Mittelmäßig. ⁹ Besser. ¹⁰ Durch Gewölk. ¹¹ Gewölk.

Datum	Sternzeit Königsberg	$2x$	N	Sternzeit Königsberg	$2y$	N	P	Bild
1904 Aug. 28	21 ^h 2 ^m 22 ^s	- 6 ^r .550	I, 8	21 ^h 11 ^m 5 ^s	-4 ^r .670	I, 8	+6° 30'0	3-2
	21 29 58	- 6.696	II, 8	21 22 10	-4.712	II, 8	"	3-2
29	20 29 42	-12.544	I, 8	20 39 58	-3.695	I, 8	+6 29.9	3 ¹
	21 3 5	-12.706	II, 8	20 52 40	-3.677	II, 8	"	3
30	20 49 30	-16.860	II, 8	20 56 53	-2.050	II, 8	+6 29.9	4 ²
	21 17 43	-16.890	I, 8	21 9 39	-2.016	I, 8	"	4-3
31	21 20 58	-18.422	I, 8	21 27 59	-0.093	I, 8	+6 30.0	4 ³
	21 43 10	-18.437	II, 8	21 35 16	-0.055	II, 8	"	3-4
Sept. 4	20 26 10	+ 0.430	I, 8	20 33 29	+4.996	I, 8	+10 29.9	4-3
	20 52 30	+ 0.539	II, 8	20 45 46	+4.958	II, 8	"	3
5	20 45 0	+ 8.123	I, 8	20 55 27	+4.458	I, 8	+6 29.9	2-3 ⁴
	21 11 56	+ 8.243	II, 8	21 4 10	+4.475	II, 8	"	3-2
7	20 45 54	+17.846	I, 8	20 56 14	+1.595	I, 8	+6 29.9	3-4
	21 13 39	+17.882	II, 8	21 6 4	+1.600	II, 8	"	3-4

¹ Beständige Störungen durch den Dampfhammer.

² Dampfhammer.

³ Gut.

⁴ Nordpol besser begrenzt. Südpol wallend.

Mikrometermessungen am Berliner Refractor.

Opposition 1906.

Datum	Sternzeit Berlin	$2x$	N	Sternzeit Berlin	$2y$	N	P	Bild
1906 Aug. 21	21 ^h 0 ^m 3 ^s	-13 ^r .943	I, 8	21 ^h 11 ^m 5 ^s	+0 ^r .433	I, 8	+6° 6'0	3 ¹
	21 49 7	-13.858	II, 8	21 31 24	+0.470	II, 8	"	
22	20 32 51	- 9.267	I, 8	22 3 28	+0.500	II, 8	"	
				20 43 55	+1.120	I, 8	+4 56.0	3 ²
23	21 23 55	- 2.726	II, 8	21 12 11	+1.126	II, 8	"	
				21 33 39	+1.352	II, 8	+4 53.0	2-3 ³
27	20 44 48	+17.218	I, 8	20 56 10	+0.235	I, 8	+4 59.0	2
28	20 45 9	+17.212	I, 8	20 56 53	-0.312	I, 8	+4 58.1	2-3
	21 38 8	+17.202	II, 8	21 18 52	-0.295	II, 8	"	
29	20 40 18	+14.802	I, 8	20 48 25	-1.046	I, 8	+3 58.1	4
	21 11 29	+14.761	II, 8	21 3 22	-1.065	II, 8	"	
30	20 50 18	+10.284	I, 8	20 57 50	-1.180	I, 8	+4 58.1	4
	21 29 11	+10.136	II, 8	21 20 46	-1.199	II, 8	"	
31	21 8 57	+ 4.227	I, 8	21 16 25	-1.417	I, 8	+4 58.2	4
	21 49 50	+ 4.022	II, 8	21 41 21	-1.414	II, 8	"	
Sept. 1	22 58 27	- 2.897	I, 8	23 5 26	-1.429	I, 8	+4 58.4	4-5 ³
	23 24 1	- 3.013	II, 8	23 16 11	-1.425	II, 8	"	

¹ Dunst. Titan schwach.

² Dunst.

³ Sehr gut.

Datum	Sternzeit Berlin	z_x	N	Sternzeit Berlin	z_y	N	P	Bild
1906 Sept. 2	21 ^h 29 ^m 12 ^s	- 8 ^r .730	I, 8	21 ^h 36 ^m 33 ^s	-1 ^r .233	I, 8	+4° 58'2	4
	22 1 28	- 8.860	II, 8	21 54 15	-1.215	II, 8	"	
3	21 3 47	-13.518	I, 8	21 13 59	-1.193	I, 8	+6 28.2	2-3 ¹
	21 37 36	-13.626	II, 8	21 27 15	-1.183	II, 8		
4	21 15 41	-16.289	I, 8	21 31 45	-0.288	I, 8	+4 58.2	4
	21 53 47	-16.332	II, 8	21 43 6	-0.281	II, 8		
6	20 56 50	-13.806	I, 8	21 6 33	+1.219	I, 8	+3 28.1	2-3
	21 30 24	-13.688	II, 8	21 19 56	+1.242	II, 8		
8	21 41 13	- 2.293	I, 8	21 48 49	+1.519	I, 8	+4 58.2	4-5
	22 13 54	- 2.130	II, 8	22 5 53	+1.496	II, 8	"	
9	22 31 59	+ 4.745	I, 8	22 39 59	+1.452	I, 8	+4 58.3	2-3
	22 53 51	+ 4.804	II, 8	22 47 18	+1.468	II, 8	"	
10	22 6 4	+10.673	I, 8	22 15 56	+1.290	I, 8	+5 28.3	2-3
	22 40 28	+10.781	II, 8	22 30 38	+1.286	II, 8		
24	22 12 47	- 1.768	I, 8	22 21 33	+1.661	I, 8	+5 18.3	3-2
	22 48 36	- 1.597	II, 8	22 39 34	+1.683	II, 8		
27	22 24 31	+15.228	I, 8				+5 19.6	2-3
28	22 13 20	+17.255	I, 8	22 26 38	+0.239	I, 8	+5 18.3	3
	23 3 46	+17.262	II, 8	22 51 18	+0.205	II, 8		
30	22 1 47	+14.029	I, 8	22 11 23	-1.210	I, 8	+4 28.3	3
	22 51 8	+13.878	II, 8	22 39 36	-1.233	II, 8		
Oct. 1	22 12 46	+ 9.258	I, 8	22 23 24	-1.470	I, 8	+5 18.3	4 ¹
	22 48 1	+ 9.073	II, 8	22 35 40	-1.489	II, 8		
4	22 41 11	- 9.470	I, 8	22 51 48	-1.439	I, 8	+5 18.3	3
	23 13 56	- 9.592	II, 8	23 3 45	-1.429	II, 8		
5	22 41 12	-13.933	I, 8	22 55 18	-1.230	I, 8	+6 28.3	3 ¹
	23 30 42	-14.055	II, 8	23 18 19	-1.192	II, 8		
8	23 28 10	-12.679	I, 8	23 37 21	+1.275	I, 8	+4 28.4	3
	23 57 58	-12.601	II, 8	23 47 4	+1.293	II, 8		
9	22 37 6	- 7.690	I, 8	22 47 37	+1.536	I, 8	+5 18.3	3
	23 11 52	- 7.557	II, 8	22 59 55	+1.572	II, 8		
10	22 55 9	- 1.205	I, 8	23 8 0	+1.772	I, 8	+5 18.4	1-2
	24 1 51	- 0.926	II, 8	23 51 57	+1.771	II, 8		
11	22 49 21	+ 5.340	I, 8	22 40 44	+1.710	I, 8	+5 18.3	3
	23 1 35	+ 5.381	II, 8	23 9 54	+1.717	II, 8		
12	23 1 0	+11.146	I, 8	22 50 34	+1.396	I, 8	+5 19.6	3 ²
13	23 12 11	+15.166	I, 8	23 21 41	+1.372	I, 8	+7 19.7	3-4 ¹
17	23 33 44	+ 8.507	I, 8	23 25 20	-1.583	I, 8	+5 18.5	3
	23 52 23	+ 8.429	II, 8	24 2 4	-1.569	II, 8		
19	24 52 38	- 4.292	I, 8	24 43 18	-1.750	I, 8	+5 20.0	3-4

Dunst. ² Sehr dunstig.

2.

Für die »mittleren« Elemente von Titan hatten sich nach den Angaben in Vol. XI, unter Beibehaltung der dortigen Bezeichnungen, folgende Resultate ergeben:

Epoche und Aequinoctium 1890.0 + t

1890 Jan. 0.0 Gr. $E_0 = 260^\circ 16'.8$

Tropische mittlere Bewegung = $22^{\text{Rev.}} + 326^\circ 15'.1609$ in einem julianischen Jahre

Empirische Correction $\delta E_0 = +8'.0 + 5'.0 \sin \frac{360^\circ}{50} (t - 1.2)$

Reduction auf die ekliptische Länge

$E - E_0 = +4'.05 \sin (47^\circ 8' - 0^\circ 506 t)$

$\Omega = 167^\circ 51'.2 + 35'.84 \sin (47^\circ 8' - 0^\circ 506 t) + 0'.837 t$

$i = 27^\circ 28'.4 + 16'.88 \cos (47^\circ 8' - 0^\circ 506 t)$

$\Pi = 276^\circ 15' + 31'.7 t + 22'.0 (\sin 2g - \sin 2g_0)$

$e = 0.02886 + 0.000186 (\cos 2g_0 - \cos 2g)$

$g = \Pi - \Omega - 4^\circ 5' \quad g_0 = g \text{ für } t = 0.$

Mit E_0 ist hier die mittlere Länge des Trabanten, fortgezählt auf der »festen« Ebene für Titan, mit E die mittlere Länge in der gewöhnlichen Bedeutung, fortgezählt auf der Ekliptik, bezeichnet. Die mittlere Bewegung ist unverändert nach Bessel's früherer Bestimmung, welche seine Länge mit den alten Conjunctionsbeobachtungen aus dem 17. und 18. Jahrhundert in Einklang brachte, vorausgesetzt. Mit dieser mittleren Bewegung ließen sich jedoch die neueren Beobachtungen nicht vereinigen, sondern zeigten zum Theil recht erhebliche Abweichungen, welche auf ein Glied langer Periode in der Bewegung von Titan schliefsen liefsen, zu dessen Darstellung vorläufig die empirische Correction δE_0 eingeführt wurde.

Ausgehend von den obigen mittleren Elementen erhält man für die mittleren Epochen der einzelnen Beobachtungsreihen, unter Berücksichtigung der periodischen Sonnenstörungen und der Nutation, die folgenden wahren Elemente, bezogen auf die Ekliptik und das wahre Aequinoctium:

Epoche Gr.M.Z.	1901 Sept. 1.0	1902 Sept. 1.0	1903 Sept. 1.0	1904 Sept. 0.0	1906 Sept. 1.0
E	341° 11'.44	301° 48'.24	262° 24'.83	223° 1'.23	166° 48'.11
Π	282 22.7	282 57.6	283 31.7	284 4.6	285 5.8
e	0.028920	0.028906	0.028881	0.028848	0.028780
Ω	168° 23'.69	168° 23'.88	168° 24'.36	168° 25'.19	168° 27'.50
	27 40.46	27 40.87	27 41.33	27 41.75	27 42.29

Diese Elemente sind — mit Ausnahme von e — der Vergleichung mit den Beobachtungen zu Grunde gelegt. Für die Excentricität wurde durchweg ein constanter Werth

$$e = 0.028765,$$

für die Halbaxe der Bahn der Werth

$$a = 176''.601 \text{ in der mittleren Entfernung } (\rho) = 9.53887$$

vorausgesetzt. Die nur von Ω, i abhängigen Hilfsgrößen U, B, P_c ($180^\circ + U, B$ Länge und Breite der Erde über der Bahnebene, P_c Positionswinkel des Pols der Bahnebene) konnten den Ephemeriden in der »Connaissance des Temps«, welche auf den obigen Elementen fußen, entnommen werden.

In der folgenden Vergleichung sind die Örter des Trabanten (C) für die Beobachtungszeiten der x oder, wenn mehrere Messungen für x an demselben Abend vorliegen, für das Mittel der Beobachtungszeiten abgeleitet. Sie beziehen sich auf ein Axensystem, dessen y -Axe durch den Pol der Bahnebene (P_c) bestimmt ist. An die beobachteten Örter waren demzufolge nachstehende Correctionen anzubringen:

1. die Correctionen wegen Refraction und Phase,
2. die Zeitreduction der Coordinaten y ,
3. die Transformation der Coordinaten auf den Positionswinkel P_c ,

welche in der folgenden Zusammenstellung (O) berücksichtigt sind. Die in den beiden verschiedenen Lagen des Instruments I und II erlangten Messungen wurden zunächst getrennt behandelt, schließlichs aber zu Mittelwerthen vereinigt, da sich systematische Unterschiede, welche ich zuerst vermuthet hatte, zwischen denselben nicht herausstellten.

Für die Reduction der Messungen am Königsberger Refractor ist der in der 41. Abtheilung der »Königsberger Beobachtungen« gegebene Schraubenwerth

$$1^r = 20''.0778 \text{ w. F. } \pm 0''.0008$$

angewandt, welcher in den Jahren 1898 — 1901 im Mittel aus drei Messungsreihen am Perseusbogen, von Dr. Cohn, Hrn. Postelmann und mir, abgeleitet worden war. Aus meiner Messungsreihe allein folgt im Mittel aus 8 Abenden:

$$1^r = 20''.0758 \text{ w. F. } \pm 0''.0010.$$

Neuere Messungen, welche während der letzten Jahre von Hrn. Dr. Przybyllok theils am Perseusbogen, theils an Plejadensternen erlangt wurden, kommen dem letzteren Werth sehr nahe, indem sie

aus 8 Messungen am Perseusbogen $1^r = 20''.0755$ w.F. $\pm 0''.0027$

aus Messungen an den Plejaden 20.0752 ± 0.0022

ergeben haben. Zieht man diese Messungen hinzu, so ergiebt sich als definitives Resultat:

$$1^r = 20''.0765$$

dessen Unsicherheit nicht mehr als 10 Einheiten der letzten Stelle betragen dürfte. Für den vorliegenden Zweck, die Bestimmung der Saturnsmasse aus der Elongation von Titan, ist es von Bedeutung, daß die Distanzen der Sterne, aus denen dieser Werth abgeleitet ist, im Mittel der Elongation von Titan nahe gleichkommen.

Der Schraubenwerth des neuen Repsold'schen Mikrometers am Berliner Refractor konnte bisher noch nicht mit der für die Bestimmung der Halbachse erforderlichen Sicherheit festgestellt werden. Nach einigen vorläufigen Messungen im Laufe des letzten Jahres ist für die Reduction der Messungen $1^r = 22''.670$ angenommen worden, so daß die aus dieser Reihe abgeleitete Halbachse voraussichtlich noch einer nachträglichen Correction bedarf.

Eine Abhängigkeit des Schraubenwerths von der Temperatur hat sich weder am Königsberger noch auch am Berliner Refractor nachweisen lassen. Was ferner die Schraubenfehler anlangt, so sind dieselben nach den Angaben in der 41. Abtheilung der »Königsberger Beobachtungen« für die Mikrometerschraube am Königsberger Refractor als ganz bedeutungslos anzusehen. Zu demselben Ergebnifs gelangte Dr. Guthnick bei der Untersuchung des Mikrometers am Berliner Refractor.

Den Bedingungsgleichungen zur Correction der Elemente wurde unter Beibehaltung der früheren Bezeichnungen die Form

$$\text{in } x \quad a \cdot dE + b \cdot ed\Pi + c \cdot de + d \cdot \frac{da}{a} - \Delta x = n \quad (O - C)$$

$$\text{in } y \quad a' \cdot dE + b' \cdot ed\Pi + c' \cdot de + d' \cdot \frac{da}{a} + e' \cdot \sin JdN + f' \cdot dJ - \Delta y = n \quad (O - C)$$

gegeben, worin Δx , Δy als constante Correctionen für eine jede Beobachtungsreihe, hervorgerufen durch einen systematischen Unterschied in den Einstellungen auf die beiden einander gegenüberliegenden Ränder des Planeten, anzusehen sind. Schon die früheren Beobachtungen am Pulkowaer

Refractor hatten, wie bereits bemerkt, die Nothwendigkeit der Einführung einer solchen Correction in den Messungen der y -Coordinate dargethan. Die vorliegenden Reihen in y zeigen auf den ersten Blick, daß diese Correction hier noch erheblich größere Werthe gehabt hat. Da es nicht ausgeschlossen war, daß in den Einstellungen auf den Ost- und Westrand des Planeten ein ähnlicher systematischer Unterschied bestehe, so wurden auch die Bedingungsgleichungen in x mit Rücksicht auf eine solche Correction aufgelöst. In den Gleichungen für x und y ist das kleine Correctionsglied zur Reduction der Längen auf die verbesserte Bahnebene, welches $\operatorname{tng} \frac{1}{2} J \sin JdN$ proportional ist, fortgelassen, so daß die abgeleiteten Längen sich überall auf die ursprünglich vorausgesetzte Bahnebene beziehen.

Die Gewichte der einzelnen Gleichungen sind im Allgemeinen nach der Zahl der zu Mittelwerthen vereinigten Messungen angenommen, wobei einer vollständigen Messung aus acht Einstellungen ohne Rücksicht auf die Luftbeschaffenheit das Gewicht 1 ertheilt ist. Nur bei der ersten Beobachtungsreihe 1901 mußte eine Ausnahme gemacht werden, weil es sich sogleich herausstellte, daß in Folge des tiefen Standes des Planeten und des stark entwickelten atmosphärischen Spectrums die Einstellungen in y geringere Genauigkeit als die Einstellungen in x besaßen. Nach einem beiläufigen Überschlage wurden daher die Bedingungsgleichungen dieses Jahres in y mit halbem Gewicht berücksichtigt. Sonst ist nur in ein paar Fällen unter außergewöhnlich ungünstigen Umständen angestellten Messungen geringeres Gewicht beigelegt.

Für die Lichtzeit ist, wie auch früher, der Werth $498^{\circ}0$ vorausgesetzt; da im Jahre 1904 abweichend davon $498^{\circ}5$ angenommen ist, so ist an die Länge des Trabanten für dieses Jahr die Correction $-0'07$ anzubringen.

Der Vergleichung »Beobachtung—Rechnung« sind die Gewichte der einzelnen Gleichungen, die Coefficienten der Unbekannten, abgesehen von Δx , Δy , und die nach der Auflösung übrig bleibenden Fehler v , ebenfalls im Sinne $O - C$, beigelegt. In den Gleichungen sind die Correctionen der Elemente dE , $ed\Pi$, $\sin JdN$, dJ in Theilen des Radius, Δx , Δy in Bogensecunden und die Coefficienten logarithmisch ausgedrückt. Die Auflösungen geben die Correctionen der Elemente in Vol. XI (wobei zu beachten ist, daß für e ein constanter Werth vorausgesetzt war) und die daraus folgenden wahren Elemente in Bezug auf die Ekliptik und das Aequinoctium der Epoche von E .

Opposition 1901.

Beobachtung—Rechnung x .

Coefficienten.

1901	Red. M. Z. Gr.	C x	O x	O—C n	Gew.	dE	$ed\Pi$	de	$\frac{da}{a}$	Übrigl. Fehler v
Aug. 4	8 ^h 31 ^m 57	+ 80.04	+ 80.41	+0.37	1	2.2071 _n	2.5213 _n	1.8179 _n	1.9033	+0.052
9	7 8.52	-181.57	-181.52	+0.05	1	1.2970 _n	2.2663 _n	1.4423	2.2590 _n	-0.073
10	7 37.05	-174.51	-174.63	-0.12	1	1.7287	2.2964 _n	1.6383 _n	2.2418 _n	-0.111
11	7 10.49	-140.68	-140.94	-0.26	1	2.0718	2.4093 _n	1.9234 _n	2.1482 _n	-0.151
12	6 38.68	- 85.18	- 85.36	-0.18	1	2.2178	2.5139 _n	1.8514 _n	1.9303 _n	-0.027
13	7 23.92	- 12.40	- 12.18	+0.22	2	2.2714	2.5632 _n	0.9258 _n	1.0934 _n	+0.366
14	7 6.18	+ 59.37	+ 59.10	-0.27	2	2.2468	2.5384 _n	1.7748	1.7736	-0.179
15	6 39.47	+121.02	+120.99	-0.03	2	2.1403	2.4497 _n	1.9607	2.0829	-0.015
16	6 38.49	+164.05	+164.05	0.00	1	1.8924	2.3280 _n	1.8310	2.2150	-0.061
18	6 11.67	+170.33	+170.65	+0.32	2	1.7808 _n	2.3064 _n	1.7805 _n	2.2313	+0.126
19	5 42.46	+135.29	+135.72	+0.43	2	2.0701 _n	2.4164 _n	1.9553 _n	2.1313	+0.176
20	5 15.05	+ 81.32	+ 81.60	+0.28	2	2.1959 _n	2.5096 _n	1.8528 _n	1.9102	-0.030
21	5 10.75	+ 15.17	+ 15.49	+0.32	1	2.2419 _n	2.5524 _n	1.1248 _n	1.1810	-0.031
21	6 43.93	+ 10.81	+ 11.04	+0.23	2	2.2425 _n	2.5530 _n	0.9500 _n	1.0338	-0.123
22	5 29.43	- 54.00	- 53.70	+0.30	2	2.2228 _n	2.5335 _n	1.7254	1.7324 _n	+0.040
23	6 35.92	-116.84	-116.37	+0.47	2	2.1258 _n	2.4517 _n	1.9602	2.0676 _n	+0.150
24	5 27.25	-158.03	-157.48	+0.55	2	1.9239 _n	2.3429 _n	1.8983	2.1987 _n	+0.311
25	6 57.64	-178.63	-178.35	+0.28	2	1.1429 _n	2.2564 _n	1.2882	2.2519 _n	+0.168
26	5 12.29	-171.46	-171.42	+0.04	1	1.7111	2.2855 _n	1.6437 _n	2.2342 _n	+0.045
Sept. 5	4 57.90	+ 75.59	+ 76.03	+0.44	1	2.1910 _n	2.5035 _n	1.8420 _n	1.8784	+0.131
11	5 1.36	-166.16	-166.29	-0.13	1	1.7342	2.2798 _n	1.6763 _n	2.2205 _n	-0.119
12	4 54.07	-132.14	-132.41	-0.27	1	2.0640	2.3946 _n	1.9291 _n	2.1210 _n	-0.166
15	4 37.67	+ 59.28	+ 58.90	-0.38	1	2.2244	2.5171 _n	1.7363	1.7729	-0.299
21	4 42.29	+ 71.00	+ 71.23	+0.23	2	2.1833 _n	2.4954 _n	1.8189 _n	1.8512	-0.075
22	4 54.40	+ 6.74	+ 6.97	+0.23	2	2.2217 _n	2.5322 _n	0.8792 _n	0.8286	-0.111
23	4 19.97	- 56.26	- 55.99	+0.27	1	2.1972 _n	2.5085 _n	1.7213	1.7502 _n	-0.076
24	4 11.72	-112.36	-112.17	+0.19	1	2.1011 _n	2.4286 _n	1.9328	2.0506 _n	-0.118
25	4 27.98	-152.78	-152.85	-0.07	1	1.8767 _n	2.3131 _n	1.8542	2.1841 _n	-0.294
26	3 56.47	-169.88	-169.80	+0.08	1	1.1384 _n	2.2351 _n	1.2652	2.2301 _n	-0.032
27	4 34.90	-161.20	-161.33	-0.13	1	1.7384	2.2714 _n	1.6758 _n	2.2074 _n	-0.120
29	3 56.50	- 74.45	- 74.58	-0.13	2	2.1942	2.4885 _n	1.8232 _n	1.8719 _n	+0.011
Oct. 1	3 28.77	+ 57.45	+ 57.48	+0.03	2	2.2131	2.5057 _n	1.7348	1.7593	+0.105
4	3 45.12	+168.14	+168.13	-0.01		0.5259	2.2260 _n	9.9962 _n	2.2257	-0.142

Beobachtung—Rechnung y .

Coefficienten.

1901	Red. M. Z. Gr.	C y	O y	O—C n	Gew.	dE	$ed\Pi$	de	$\frac{da}{a}$	$\sin JdN$	dJ	Übrigl. Fehler v
Aug. 4	8 ^h 31 ^m 57	-72.10	-71.57	+0.53	$\frac{1}{2}$	1.5168 _n	1.4911 _n	1.9605 _n	1.8579 _n	2.0801 _n	2.0841 _n	+0.006
9	7 8.52	-10.63	-10.45	+0.18	$\frac{1}{2}$	1.8846	0.6927	2.1867 _n	1.0266 _n	1.8964 _n	2.1649	-0.125
10	7 37.05	+20.26	+20.01	-0.25	$\frac{1}{2}$	1.8728	1.3951 _n	2.1716 _n	1.3066	1.1693 _n	2.2130	-0.591
11	7 10.49	+46.82	+47.29	+0.47	$\frac{1}{2}$	1.7837	1.6133 _n	2.0926 _n	1.6704	1.6909	2.1891	+0.064

1901	Red. M. Z. Gr.	C y	O y	O-C n	Gew.	dE	edII	de	$\frac{da}{a}$	sin JdN	dJ	Übrigl. Fehler v
Aug. 12	6 ^h 38 ^m 68	+65.94	+66.66	+0.72	$\frac{1}{2}$	1.5693	1.5367 _n	1.9723 _n	1.8191	2.0206	2.0860	+0.234
13	7 23.92	+74.68	+75.23	+0.55	$\frac{1}{2}$	0.7358	0.8023 _n	1.8892 _n	1.8732	2.1628	1.8252	-0.020
14	7 6.18	+70.58	+71.46	+0.88	$\frac{1}{2}$	1.4130 _n	1.3795	1.9337 _n	1.8487	2.2045	0.4812	+0.251
15	6 39.47	+55.14	+56.12	+0.98	$\frac{1}{2}$	1.7199 _n	1.5887	2.0510 _n	1.7415	2.1731	1.7839 _n	+0.318
16	6 38.49	+30.51	+31.67	+1.16	$\frac{1}{2}$	1.8481 _n	1.4739	2.1495 _n	1.4844	2.0555	2.0636 _n	+0.492
18	6 11.67	-28.12	-27.63	+0.49	1	1.8551 _n	1.3825 _n	2.1589 _n	1.4490 _n	0.0044 _n	2.2185 _n	-0.134
19	5 42.46	-53.14	-52.72	+0.42	1	1.7510 _n	1.5718 _n	2.0747 _n	1.7254 _n	1.7921 _n	2.1897 _n	-0.160
20	5 15.05	-70.73	-69.86	+0.87	$\frac{1}{2}$	1.5272 _n	1.4784 _n	1.9625 _n	1.8496 _n	2.0578 _n	2.0884 _n	+0.343
21	5 10.75	-78.61	-78.34	+0.27	$\frac{1}{2}$	0.7962 _n	0.8149 _n	1.8873 _n	1.8955 _n	2.1796 _n	1.8619 _n	-0.196
21	6 43.93	-78.74	-78.08	+0.66	1	0.6489 _n	0.6781 _n	1.8859 _n	1.8962 _n	2.1843 _n	1.8403 _n	+0.198
22	5 29.43	-75.27	-75.02	+0.25	1	1.3493	1.3146	1.9209 _n	1.8766 _n	2.2225 _n	1.0779 _n	-0.150
23	6 35.92	-60.33	-59.70	+0.63	1	1.6869	1.5546	2.0343 _n	1.7805 _n	2.1978 _n	1.7194	+0.286
24	5 27.25	-38.42	-37.81	+0.61	1	1.8218	1.4784	2.1302 _n	1.5846 _n	2.1062 _n	2.0166	+0.298
25	6 57.64	- 8.13	- 7.93	+0.20	1	1.8801	0.6496	2.1819 _n	0.9099 _n	1.8720 _n	2.1598	-0.111
26	5 12.29	+19.53	+19.85	+0.32	$\frac{1}{2}$	1.8672	1.3485 _n	2.1668 _n	1.2906	1.2404 _n	2.2032	-0.022
Sept. 5	4 57.90	-70.22	-70.13	+0.09	$\frac{1}{2}$	1.4974 _n	1.4429 _n	1.9486 _n	1.8465 _n	2.0549 _n	2.0716 _n	-0.435
11	5 1.36	+20.81	+20.83	+0.02	$\frac{1}{2}$	1.8551	1.3539 _n	2.1550 _n	1.3184	1.1479 _n	2.1930	-0.330
12	4 54.07	+46.43	+46.89	+0.46	$\frac{1}{2}$	1.7601	1.5792 _n	2.0731 _n	1.6668	1.6786	2.1681	+0.047
15	4 37.67	+67.51	+67.62	+0.11	$\frac{1}{2}$	1.4160 _n	1.4004	1.9192 _n	1.8294	2.1838	0.3958	-0.516
21	4 42.29	-69.05	-68.60	+0.45	1	1.4706 _n	1.4191 _n	1.9332 _n	1.8392 _n	2.0509 _n	2.0534 _n	-0.072
22	4 54.40	-75.43	-74.86	+0.57	1	0.4476 _n	0.4115 _n	1.8661 _n	1.8775 _n	2.1651 _n	1.8058 _n	+0.107
23	4 19.97	-71.30	-71.11	+0.19	$\frac{1}{2}$	1.3690	1.3408	1.9078 _n	1.8531 _n	2.2012 _n	0.8880 _n	-0.214
24	4 11.72	-57.24	-56.47	+0.77	$\frac{1}{2}$	1.6718	1.5429	2.0166 _n	1.7577 _n	2.1754 _n	1.7021	+0.416
25	4 27.98	-34.70	-34.11	+0.59	$\frac{1}{2}$	1.8091	1.4466	2.1160 _n	1.5403 _n	2.0745 _n	2.0078	+0.267
26	3 56.47	- 7.99	- 8.01	-0.02	$\frac{1}{2}$	1.8598	0.6980	2.1615 _n	0.9024 _n	1.8556 _n	2.1363	-0.341
27	4 34.90	+21.09	+21.21	+0.12	$\frac{1}{2}$	1.8422	1.3628 _n	2.1420 _n	1.3240	1.0598 _n	2.1820	-0.237
29	3 56.50	+62.95	+63.39	+0.44	1	1.5142	1.4744 _n	1.9387 _n	1.7990	1.9992	2.0460	-0.056
Oct. 1	3 28.77	+65.76	+66.40	+0.64	1	1.4020 _n	1.3801	1.9075 _n	1.8180	2.1725	0.2990	+0.014
4	3 45.12	- 0.63	- 0.16	+0.47	1	1.8561 _n	0.3104	2.1573 _n	9.8016 _n	1.7288	2.1534 _n	-0.175

Opposition 1902.

Beobachtung—Rechnung x.

Coefficienten.

1902	Red. M. Z. Gr.	C x	O x	O-C n	Gew.	dE	edII	de	$\frac{da}{a}$	Übrigl. Fehler v
Aug. 8	7 ^h 37 ^m 89	- 31.58	- 31.11	+0.47	2	2.2502 _n	2.5389 _n	2.0640	1.4994 _n	-0.042
10	8 39.35	-151.63	-151.43	+0.20	1	2.0158 _n	2.3392 _n	2.1579	2.1808 _n	-0.134
13	7 58.34	-153.33	-153.24	+0.09	1	2.0146	2.4023 _n	1.4214 _n	2.1856 _n	+0.137
17	8 30.87	+111.11	+111.15	+0.04	1	2.1775	2.4413 _n	2.1794	2.0458	-0.122
23	6 37.94	+ 34.83	+ 35.33	+0.50	2	2.2428 _n	2.5517 _n	1.6549	1.5419	-0.017
26	6 32.43	-149.69	-149.47	+0.22	2	2.0071 _n	2.3362 _n	2.1394	2.1752 _n	-0.109
27	5 27.99	-176.62	-176.42	+0.20	1	1.6054 _n	2.2504 _n	1.9247	2.2471 _n	+0.005
29	6 16.43	-150.02	-150.11	-0.09	2	2.0130	2.3971 _n	1.4769 _n	2.1762 _n	-0.044

Beobachtungen des Saturnstrabanten Titan.

1902	Red. M. Z. Gr.	C x	O x	O-C n	Gew.	dE	$edII$	de	$\frac{da}{a}$	Übrigl. Fehler v
Sept. 2	5 ^h 37 ^m 64	+107.20	+107.16	-0.04	2	2.1826	2.4405 _n	2.1602	2.0302	-0.194
3	5 54.06	+156.09	+156.43	+0.34	1	1.9706	2.3154 _n	2.0828	2.1934	+0.086
4	5 6.86	+179.26	+179.71	+0.45	2	1.3658	2.2448 _n	1.7774	2.2535	+0.116
5	5 6.33	+176.20	+176.49	+0.29	1	1.6206 _n	2.2919 _n	0.7190 _n	2.2460	-0.101
8	5 25.56	+ 31.76	+ 32.23	+0.47	3	2.2350 _n	2.5439 _n	1.6292	1.5018	-0.040
9	5 43.94	- 37.52	- 36.95	+0.57	2	2.2316 _n	2.5225 _n	2.0350	1.5743 _n	+0.077
10	5 29.68	- 99.80	- 99.35	+0.45	2	2.1609 _n	2.4428 _n	2.1590	1.9991 _n	+0.021
15	5 20.22	- 93.65	- 93.66	-0.01	1	2.1883	2.4994 _n	1.2286 _n	1.9715 _n	+0.058
17	4 41.13	+ 42.62	+ 42.80	+0.18	3	2.2471	2.5202 _n	2.0358	1.6296	+0.121
18	5 27.20	+108.42	+108.43	+0.01	2	2.1552	2.4243 _n	2.1451	2.0351	-0.154
19	6 24.19	+155.66	+156.05	+0.39	1	1.9320	2.2965 _n	2.0505	2.1922	+0.130
20	4 34.06	+175.53	+176.03	+0.50	2	1.3776	2.2350 _n	1.7334	2.2444	+0.172
21	4 8.52	+171.54	+171.82	+0.28	2	1.6304 _n	2.2843 _n	0.8896 _n	2.2344	-0.108
22	4 47.94	+141.26	+141.68	+0.42	2	2.0151 _n	2.4013 _n	1.5652 _n	2.1500	-0.022
23	4 22.65	+ 92.18	+ 92.58	+0.40	2	2.1639 _n	2.4936 _n	1.2061 _n	1.9647	-0.082
25	4 27.75	- 37.43	- 36.75	+0.68	2	2.2205 _n	2.5117 _n	2.0216	1.5732 _n	+0.196
26	3 59.72	- 97.46	- 97.00	+0.46	2	2.1500 _n	2.4327 _n	2.1454	1.9888 _n	+0.037
Oct. 2	3 53.70	- 26.27	- 26.35	-0.08	2	2.2446	2.5254 _n	1.6223	1.4195 _n	-0.060
3	5 2.64	+ 46.27	+ 46.40	+0.13	2	2.2326	2.5046 _n	2.0391	1.6653	+0.059

Opposition 1903.

1903										
Aug. 4	8 17.59	+147.08	+147.01	-0.07	2	2.0819	2.2986 _n	2.2885	2.1676	-0.112
7	7 47.53	+169.46	+169.72	+0.26	3	1.9247 _n	2.3787 _n	1.4344	2.2291	-0.093
9	8 44.01	+ 59.74	+ 60.28	+0.54	1	2.2402 _n	2.5369 _n	2.0180	1.7762	+0.133
11	7 26.23	- 77.75	- 77.59	+0.16	3	2.2220 _n	2.4417 _n	2.3275	1.8907 _n	-0.163
13	8 30.92	-175.22	-175.11	+0.11	3	1.7832 _n	2.2089 _n	2.1609	2.2436 _n	-0.010
14	8 8.23	-184.72	-184.51	+0.21	3	1.0835	2.2392 _n	1.8635	2.2665 _n	+0.206
Sept. 12	7 23.92	- 87.73	- 87.31	+0.42	4	2.1936 _n	2.4190 _n	2.3031	1.9431 _n	+0.118
16	7 22.56	-154.68	-154.81	-0.13	4	1.9710	2.3792 _n	1.2760	2.1894 _n	-0.022
17	5 2.91	-111.49	-111.64	-0.15	4	2.1622	2.4829 _n	1.5286	2.0472 _n	+0.015
18	5 21.15	- 45.51	- 45.55	-0.04	4	2.2547	2.5344 _n	1.9803	1.6582 _n	+0.140
19	5 31.09	+ 27.64	+ 27.44	-0.20	4	2.2635	2.5071 _n	2.2149	1.4415	-0.061
20	4 54.92	+ 94.02	+ 94.02	0.00	3	2.1985	2.4129 _n	2.2892	1.9732	+0.052
21	5 3.31	+147.18	+147.33	+0.15	3	2.0314	2.2808 _n	2.2325	2.1678	+0.088
24	4 24.19	+157.13	+157.62	+0.49	3	1.9462 _n	2.3776 _n	1.1633	2.1963	+0.139
25	4 13.97	+112.13	+112.42	+0.29	3	2.1387 _n	2.4779 _n	1.5257	2.0497	-0.100
26	4 26.80	+ 50.52	+ 50.88	+0.36	3	2.2239 _n	2.5225 _n	1.9627	1.7035	-0.034
27	4 13.26	- 16.91	- 16.47	+0.44	4	2.2388 _n	2.5019 _n	2.1938	1.2282 _n	+0.076
28	4 8.06	- 82.09	- 81.88	+0.21	4	2.1891 _n	2.4186 _n	2.2869	1.9143 _n	-0.093
30	4 0.75	-167.94	-167.72	+0.22	4	1.7217 _n	2.1968 _n	2.1019	2.2252 _n	+0.108
Oct. 1	4 0.80	-174.70	-174.91	-0.21	4	1.2443	2.2303 _n	1.7625	2.2423 _n	-0.213
19	3 10.00	-103.79	-104.06	-0.27	2	2.1461	2.4648 _n	1.5127	2.0162 _n	-0.118
21	3 13.24	+ 27.58	+ 27.40	-0.18	4	2.2409	2.4844 _n	2.1938	1.4406	-0.057
25	3 0.47	+170.44	+170.68	+0.24	4	1.4258 _n	2.2386 _n	1.6095	2.2316	-0.036
26	3 10.46	+147.41	+147.81	+0.40	4	1.9381 _n	2.3612 _n	1.1494	2.1685	+0.056

Opposition 1904.

Beobachtung—Rechnung x .

Coefficienten.

1904	Red. M. Z. Gr.	C x	O x	O—C n	Gew.	dE	$ed\Pi$	de	$\frac{da}{a}$	Übrigl. Fehler v	
Juli	20	9 ^h 30 ^m 25	+131 ^s .28	+131 ^s .35	+0 ^s .07	2	2.1423	2.2303 _n	2.3983	2.1182	-0 ^s .011
	21	9 9.95	+174.25	+174.46	+0.21	2	1.8965	2.1189 _n	2.2778	2.2412	+0.054
	22	8 57.05	+191.72	+192.00	+0.28	2	0.9443	2.1628 _n	2.0818	2.2827	+0.069
	31	8 25.15	-176.42	-176.22	+0.20	2	1.7849	2.2958 _n	1.9259	2.2466 _n	+0.175
Aug.	1	8 38.46	-137.87	-138.02	-0.15	2	2.1136	2.4398 _n	1.9678	2.1395 _n	-0.086
	2	8 50.45	- 75.86	- 75.96	-0.10	2	2.2482	2.5067 _n	2.1882	1.8800 _n	-0.002
	3	8 44.01	- 1.88	- 1.84	+0.04	2	2.2878	2.4866 _n	2.3559	0.2740 _n	+0.114
	4	8 41.63	+ 72.69	+ 72.79	+0.10	2	2.2530	2.3860 _n	2.4234	1.8615	+0.104
	5	9 4.93	+136.65	+136.72	+0.07	2	2.1313	2.2320 _n	2.3892	2.1356	-0.013
	11	8 35.75	+ 11.34	+ 11.73	+0.39	2	2.2676 _n	2.4843 _n	2.3457	1.0546	+0.074
	12	7 44.52	- 58.48	- 58.15	+0.33	2	2.2469 _n	2.3991 _n	2.4214	1.7670 _n	+0.010
	13	8 47.27	-124.63	-124.50	+0.13	2	2.1443 _n	2.2469 _n	2.4066	2.0956 _n	-0.161
	17	7 55.17	-134.27	-134.49	-0.22	2	2.1278	2.4504 _n	1.9565	2.1280 _n	-0.149
	19	8 16.58	+ 4.44	+ 4.30	-0.14	2	2.2876	2.4871 _n	2.3543	0.6471	-0.068
	20	8 49.95	+ 80.14	+ 80.18	+0.04	2	2.2444	2.3799 _n	2.4168	1.9039	+0.036
	21	8 17.83	+140.08	+140.05	-0.03	2	2.1181	2.2327 _n	2.3765	2.1464	-0.117
	26	8 40.76	+ 74.40	+ 74.67	+0.27	2	2.2311 _n	2.5052 _n	2.1839	1.8716	-0.027
	28	8 13.38	- 66.76	- 66.43	+0.33	2	2.2371 _n	2.3902 _n	2.4149	1.8245 _n	+0.016
	29	7 39.71	-127.01	-126.72	+0.29	2	2.1329 _n	2.2629 _n	2.3946	2.1038 _n	+0.009
	30	7 52.89	-169.70	-169.43	+0.27	2	1.8790 _n	2.1309 _n	2.2748	2.2297 _n	+0.055
	31	8 17.29	-185.19	-185.07	+0.12	2	9.8923 _n	2.1765 _n	2.0568	2.2676 _n	+0.008
Sept.	4	7 8.76	+ 8.29	+ 8.23	-0.06	2	2.2837	2.4856 _n	2.3458	0.9186	+0.010
	5	7 23.85	+ 82.03	+ 82.07	+0.04	2	2.2372	2.3788 _n	2.4059	1.9140	+0.034
	7	7 17.15	+179.31	+179.35	+0.04	2	1.8017	2.1413 _n	2.2160	2.2536	-0.123

Beobachtung—Rechnung y .

Coefficienten.

1904	Red. M. Z. Gr.	C y	O y	O—C n	Gew.	dE	$ed\Pi$	de	$\frac{da}{a}$	$\sin JdN$	dJ	Übrigl. Fehler v	
Juli	20	9 ^h 30 ^m 25	+32 ^s .72	+33 ^s .01	+0 ^s .29	2	1.4977 _n	1.3673 _n	1.8326 _n	1.5148	1.9155	2.2099 _n	-0 ^s .036
	21	9 9.95	+18.37	+18.54	+0.17	2	1.6193 _n	1.5796 _n	1.8893 _n	1.2642	1.1798	2.2633 _n	-0.110
	22	8 57.05	+ 1.13	+ 1.32	+0.19	2	1.6580 _n	1.7405 _n	1.8694 _n	0.0540	1.7385 _n	2.2496 _n	-0.058
	31	8 25.15	+13.82	+14.17	+0.35	2	1.6636	1.8273 _n	1.7980 _n	1.1407	2.0147	2.1647	-0.087
Aug.	1	8 38.46	+30.58	+31.05	+0.47	2	1.5619	1.8101 _n	1.6451 _n	1.4854	2.1857	1.9587	+0.028
	2	8 50.45	+42.17	+42.58	+0.41	2	1.3113	1.6858 _n	1.5236 _n	1.6250	2.2484	1.3084	-0.022
	3	8 44.01	+46.61	+46.89	+0.28	2	0.1215	1.4699 _n	1.5753 _n	1.6685	2.2337	1.7226 _n	-0.130
	4	8 41.63	+43.41	+43.59	+0.18	2	1.2506 _n	1.2843 _n	1.7324 _n	1.6376	2.1379	2.0702 _n	-0.192
	5	9 4.93	+32.97	+33.16	+0.19	2	1.5304 _n	1.3782 _n	1.8609 _n	1.5181	1.9048	2.2153 _n	-0.135
	11	8 35.75	-49.74	-49.62	+0.12	2	0.3001 _n	1.4990 _n	1.5712 _n	1.6968 _n	2.2608 _n	1.6517	-0.180
	12	7 44.52	-47.23	-46.62	+0.61	2	1.1936	1.3264 _n	1.7095 _n	1.6742 _n	2.1852 _n	2.0258	+0.273
	13	8 47.27	-37.21	-36.86	+0.35	2	1.5149	1.3767 _n	1.8477 _n	1.5707 _n	1.9926 _n	2.1929	-0.024
	17	7 55.17	+32.70	+33.19	+0.49	2	1.5651	1.8140 _n	1.6606 _n	1.5145	2.1875	1.9504	+0.049

1904	Red. M. Z. Gr.	C y	O y	O-C n	Gew.	dE	edII	de	$\frac{da}{a}$	sin JdN	dJ	Übrigl. Fehler v
Aug. 19	8 ^h 16 ^m 58	+48.18	+48.62	+0.44	2	9.5335 _n	1.4526 _n	1.6071 _n	1.6829	2.2305	1.7414 _n	+0.029
20	8 49.95	+44.00	+44.36	+0.36	2	1.3098 _n	1.2672 _n	1.7660 _n	1.6434	2.1272	2.0811 _n	-0.011
21	8 17.83	+33.02	+33.48	+0.46	2	1.5559 _n	1.3811 _n	1.8835 _n	1.5188	1.8953	2.2155 _n	+0.135
26	8 40.76	-47.44	-47.18	+0.26	2	1.2616 _n	1.6773 _n	1.5546 _n	1.6761 _n	2.2699 _n	1.3186 _n	-0.008
28	8 13.38	-47.67	-47.29	+0.38	2	1.2616	1.3053 _n	1.7427 _n	1.6782 _n	2.1727 _n	2.0395	+0.042
29	7 39.71	-37.44	-37.24	+0.20	2	1.5363	1.3723 _n	1.9059 _n	1.5733 _n	1.9870 _n	2.1901	-0.169
30	7 52.89	-21.18	-20.66	+0.52	2	1.6652	1.5961 _n	1.9302 _n	1.3258 _n	1.4637 _n	2.2511	+0.122
31	8 17.29	- 1.36	- 0.99	+0.37	2	1.7079	1.7711 _n	1.9126 _n	0.1333 _n	1.6420	2.2383	-0.049
Sept. 4	7 8.76	+49.14	+49.66	+0.52	2	0.1583 _n	1.4366 _n	1.6282 _n	1.6915	2.2253	1.7410 _n	+0.110
5	7 23.85	+44.52	+45.10	+0.58	2	1.3334 _n	1.2485 _n	1.7825 _n	1.6485	2.1231	2.0750 _n	+0.207
7	7 17.15	+15.88	+16.37	+0.49	2	1.6735 _n	1.6146 _n	1.9423 _n	1.2010	0.9510	2.2591 _n	+0.209

Opposition 1906.

Beobachtung — Rechnung x.

Coefficienten.

1906	Red. M. Z. Gr.	C x	O x	O-C n	Gew.	dE	edII	de	$\frac{da}{a}$	Übrigl. Fehler v
Aug. 21	9 ^h 21 ^m 35	-157.27	-157.50	-0.23	2	2.0347	2.3135 _n	2.2311	2.1966 _n	-0.044
22	8 25.85	-105.02	-105.15	-0.13	1	2.2133	2.3934 _n	2.3670	2.0213 _n	+0.068
23	9 12.88	- 31.10	- 30.96	+0.14	1	2.2874	2.3595 _n	2.4898	1.4928 _n	+0.306
27	8 18.25	+194.84	+195.28	+0.44	1	1.5629	1.8802 _n	2.2754	2.2896	+0.149
28	8 41.10	+194.80	+195.14	+0.34	2	1.5695 _n	2.1385 _n	2.1823	2.2891	-0.071
29	8 21.47	+167.28	+167.84	+0.56	2	2.0120 _n	2.3113 _n	2.2279	2.2235	+0.079
30	8 31.38	+115.35	+115.82	+0.47	2	2.1908 _n	2.3858 _n	2.3611	2.0620	-0.024
31	8 47.06	+ 46.37	+ 46.81	+0.44	2	2.2687 _n	2.3597 _n	2.4795	1.6663	-0.004
Sept. 1	10 24.70	- 33.74	- 33.47	+0.27	2	2.2747 _n	2.2153 _n	2.5378	1.5282 _n	-0.066
2	8 55.09	- 99.75	- 99.69	+0.06	2	2.2136 _n	1.9832 _n	2.5208	1.9989 _n	-0.150
3	8 26.59	-154.03	-154.17	-0.14	2	2.0523 _n	1.7355 _n	2.4339	2.1876 _n	-0.215
4	8 36.67	-185.08	-184.95	+0.13	2	1.6117 _n	1.8427 _n	2.2909	2.2674 _n	+0.177
6	8 7.74	-155.74	-156.24	-0.50	2	2.0492	2.3280 _n	2.2285	2.1924 _n	-0.312
8	8 43.70	- 25.04	- 25.13	-0.09	2	2.2906	2.3637 _n	2.4916	1.3987 _n	+0.071
9	9 24.97	+ 54.14	+ 54.08	-0.06	2	2.2766	2.2060 _n	2.5343	1.7336	+0.019
10	9 1.45	+121.64	+121.71	+0.07	2	2.1880	1.9639 _n	2.4982	2.0851	+0.035
24	8 13.36	- 18.89	- 19.05	-0.16	2	2.2897	2.3638 _n	2.4895	1.2763 _n	-0.006
27	7 55.25	+172.38	+172.67	+0.29	1	1.9664	1.8135 _n	2.3807	2.2365	+0.108
28	8 5.25	+195.36	+195.69	+0.33	2	1.3478	1.9588 _n	2.2385	2.2908	+0.012
30	7 45.24	+157.90	+158.38	+0.48	2	2.0499 _n	2.3401 _n	2.2242	2.1984	-0.006
Oct. 1	7 45.14	+103.35	+103.90	+0.55	2	2.2044 _n	2.3985 _n	2.3626	2.0143	+0.063
4	8 0.24	-108.39	-108.09	+0.30	2	2.1886 _n	1.9836 _n	2.5003	2.0350 _n	+0.110
5	8 4.60	-159.26	-158.93	+0.33	2	1.9973 _n	1.7812 _n	2.4006	2.2021 _n	+0.276
8	8 29.59	-143.30	-143.51	-0.21	2	2.0908	2.3566 _n	2.2283	2.1563 _n	-0.024
9	7 37.14	- 86.41	- 86.45	-0.04	2	2.2336	2.4105 _n	2.3726	1.9366 _n	+0.146
10	8 7.04	- 11.97	- 12.09	-0.12	2	2.2847	2.3571 _n	2.4848	1.0780 _n	+0.024

1906	Red. M. Z. Gr.	C x	O x	O-C n	Gew.	dE	$ed\Pi$	de	$\frac{da}{a}$	Übrigbl. Fehler v
Oct. 11	7 ^h 30 ^m 09	+ 61 ^o 04	+ 60 ^o 78	-0 ^o 26	2	2.2614	2.2034 _n	2.5179	1.7856	-0 ^o 199
12	7 31.58	+126.35	+126.38	+0.03	1	2.1602	1.9687 _n	2.4741	2.1016	-0.026
13	7 38.73	+172.44	+172.39	-0.05	1	1.9340	1.8294 _n	2.3611	2.2366	-0.243
17	7 53.41	+ 95.52	+ 96.00	+0.48 ^m	2	2.2060 _n	2.3970 _n	2.3616	1.9801	+0.001
19	8 54.72	- 48.84	- 48.70	+0.14	1	2.2517 _n	2.2003 _n	2.5161	1.6888 _n	-0.164

Beobachtung — Rechnung y .

Coefficienten.

1906	Red. M. Z. Gr.	C y	O y	O-C n	Gew.	dE	$ed\Pi$	de	$\frac{da}{a}$	$\sin JdN$	dJ	Übrigbl. Fehler v
Aug. 21	9 ^h 21 ^m 35	+ 8 ^o 04	+ 8 ^o 24	+0 ^o 20	2	1.1174	1.4140 _n	0.8618 _n	0.9053	2.2535	1.7301	+0 ^o 022
22	8 25.85	+12.36	+12.56	+0.20	2	0.9505	1.3230 _n	0.6331 _n	1.0919	2.2710	1.3126 _n	+0.015
23	9 12.88	+14.92	+15.26	+0.34	1	0.4644	1.1751 _n	0.7806 _n	1.1738	2.2113	1.9848 _n	+0.135
27	8 18.25	+ 2.83	+ 2.89	+0.06	1	1.1850 _n	1.3985 _n	1.2745 _n	0.4513	1.9922 _n	2.2330 _n	-0.253
28	8 41.10	- 3.41	- 3.18	+0.23	2	1.1856 _n	1.4517 _n	1.1362 _n	0.5322 _n	2.1923 _n	2.0896 _n	-0.098
29	8 21.47	- 9.08	- 8.81	+0.27	2	1.1200 _n	1.4348 _n	0.9026 _n	0.9582 _n	2.2782 _n	1.7698 _n	-0.058
30	8 31.38	-13.66	-13.32	+0.34	2	0.9569 _n	1.3511 _n	0.6686 _n	1.1355 _n	2.2961 _n	1.1702	+0.022
31	8 47.06	-16.32	-15.99	+0.33	2	0.5378 _n	1.2214 _n	0.7632 _n	1.2127 _n	2.2481 _n	1.9374	+0.032
Sept. 1	10 24.70	-16.51	-16.27	+0.24	2	0.5134	1.1207 _n	1.0548 _n	1.2176 _n	2.1034 _n	2.1710	-0.029
2	8 55.09	-14.32	-14.09	+0.23	2	0.9540	1.1616 _n	1.2386 _n	1.1560 _n	1.8113 _n	2.2600	-0.012
3	8 26.59	- 9.92	- 9.77	+0.15	2	1.1435	1.2979 _n	1.3270 _n	0.9964 _n	0.9700	2.2806	-0.065
4	8 36.67	- 3.75	- 3.66	+0.09	2	1.2285	1.4249 _n	1.3073 _n	0.5736 _n	1.9233	2.2295	-0.104
6	8 7.74	+ 9.37	+ 9.53	+0.16	2	1.1653	1.4624 _n	0.9292 _n	0.9720	2.2549	1.7290	-0.018
8	8 43.70	+16.93	+17.05	+0.12	2	0.4347	1.2127 _n	0.8745 _n	1.2287	2.2085	1.9958 _n	-0.089
9	9 24.97	+16.68	+16.73	+0.05	2	0.6552 _n	1.1253 _n	1.1473 _n	1.2221	2.0366	2.1974 _n	-0.188
10	9 1.45	+13.79	+13.92	+0.13	2	1.0268 _n	1.1979 _n	1.3099 _n	1.1397	1.6152	2.2767 _n	-0.138
24	8 13.36	+18.67	+19.01	+0.34	2	0.3758	1.2384 _n	0.9524 _n	1.2711	2.2017	2.0022 _n	+0.127
28	8 5.25	+ 1.99	+ 2.27	+0.28	2	1.2770 _n	1.4894 _n	1.3648 _n	0.2994	2.0155 _n	2.2190 _n	-0.042
30	7 45.24	-12.14	-11.76	+0.38	2	1.1832 _n	1.5033 _n	0.9919 _n	1.0842 _n	2.2769 _n	1.7182 _n	+0.051
Oct. 1	7 45.14	-17.23	-16.91	+0.32	2	0.9951 _n	1.4091 _n	0.8057 _n	1.2363 _n	2.2890 _n	1.3055	+0.005
4	8 0.24	-16.41	-16.19	+0.22	2	1.0717	1.2379 _n	1.3491 _n	1.2151 _n	1.7679 _n	2.2567	-0.016
5	8 4.60	-10.60	-10.41	+0.19	2	1.2400	1.3830 _n	1.4208 _n	1.0252 _n	1.2108	2.2715	-0.019
8	8 29.59	+12.37	+12.55	+0.18	2	1.2082	1.5133 _n	0.9920 _n	1.0925	2.2520	1.6363	0.000
9	7 37.14	+17.43	+17.68	+0.25	2	0.9972	1.4037 _n	0.8390 _n	1.2414	2.2596	1.4771 _n	+0.057
10	8 7.04	+19.87	+20.11	+0.24	2	0.2527	1.2478 _n	1.0131 _n	1.2983	2.1895	2.0096 _n	+0.023
11	7 30.09	+19.07	+19.43	+0.36	2	0.7872 _n	1.1736 _n	1.2481 _n	1.2804	2.0191	2.1908 _n	+0.116
12	7 31.58	+15.27	+15.73	+0.46	1	1.1169 _n	1.2592 _n	1.3964 _n	1.1837	1.5666	2.2680 _n	+0.183
13	7 38.73	+ 9.07	+ 9.53	+0.46	1	1.2528 _n	1.4061 _n	1.4408 _n	0.9574	1.5630 _n	2.2722 _n	+0.156
17	7 53.41	-18.38	-17.88	+0.50	2	0.9864 _n	1.4144 _n	0.8431 _n	1.2643 _n	2.2797 _n	1.3825	+0.188
19	8 54.72	-20.15	-19.87	+0.28	1	0.7644	1.1912 _n	1.2228 _n	1.3043 _n	2.0671 _n	2.1694	+0.022

Normalgleichungen 1901.

	dE	$ed\Pi$	de	$\frac{da}{a}$	$\sin JdN$	dJ	$-\Delta y$	$-\Delta x$	n
dE	5.9600	5.4193	2.9823 _n	4.3499 _n	4.5953 _n	5.0727	2.3549	2.9157 _n	3.1057 _n
$ed\Pi$		6.5938	4.3288	5.0997	3.5843 _n	3.6274	1.7356 _n	4.1257 _n	3.2609 _n
de			5.6666	4.2624 _n	4.9258	4.6284 _n	3.3862 _n	1.7482 _n	3.0205 _n
$\frac{da}{a}$				5.8553	5.1186	4.7539	2.5113 _n	2.9560 _n	2.0269 _n
$\sin JdN$					5.4636	4.3471	2.9112 _n	—	2.3328 _n
dJ						5.4444	2.2896	—	2.1284 _n
$-\Delta y$							1.3424	—	1.0039
$-\Delta x$								1.6812	0.8122

Auflösung.

Mittlere Epoche 1901.67.

Corr. der Elem. Vol. XI		1901 Sept. 1.0 Gr. M.Z.	Wahre Elemente	w. F.	
dE	-4.71		E 341° 6.73	± 0.52	(Ekl.)
$d\Pi$	-3.3		Π 282 19.4	± 35.0	
$\sin JdN$	+1.52 (Aeq.)		e 0.029218	± 325	
dJ	-0.84		Ω 168° 27.29	± 2.07	
$d\Omega$	+3.60 (Ekl.)		i 27 40.93	± 0.96	
di	+0.47				(nn) 9.843
de	+0.000453		a 176° 628	± 0.031	Anz. der Gl. 66
de (Vol. XI)	+ 298		Δy -0.553	± 0.047	Summe der Gew. 70
			Δx -0.106	± 0.096	w. F. einer Gl. ± 0.137
da	+0.027				

Normalgleichungen 1902.

	dE	$ed\Pi$	de	$\frac{da}{a}$	$-\Delta x$	n
dE	5.9582	5.4231	4.5333 _n	5.1219	2.8683 _n	3.1368 _n
$ed\Pi$		6.5820	5.9949 _n	5.3492 _n	4.1216 _n	3.5966 _n
de			5.6467	4.3876	3.5475	3.0291
$\frac{da}{a}$				5.7920	3.0417	2.6875
$-\Delta x$					1.6812	1.1508

Auflösung.

Mittlere Epoche 1902.69.

Corr. der Elem. Vol. XI		1902 Sept. 1.0 Gr. M.Z.	Wahre Elemente	w. F.	
dE	-4.84		E 301° 43.40	± 0.39	(Ekl.)
$d\Pi$	-6.3		Π 282 51.3	± 31.0	
de	+0.000518		e 0.029283	± 247	
de (Vol. XI)	+ 377		a 176° 722	± 0.025	(nn) 6.444
da	+0.121		Δx -0.205	± 0.076	(v)x 0.523
					Anz. der Gl. 27
					Summe der Gew. 48
					w. F. einer Gl. ± 0.104

Normalgleichungen 1903.

	dE	$ed\Pi$	de	$\frac{da}{a}$	$-\Delta x$	n
dE	6.1309	4.4377	4.8824 _n	4.6877 _n	2.5564 _n	3.3193 _n
$ed\Pi$		6.7304	6.3388 _n	5.1197	4.3050 _n	3.3894 _n
de			6.1063	5.2459 _n	3.9284	3.0276
$\frac{da}{a}$				6.0916	2.9282 _n	2.8468
$-\Delta x$					1.9031	1.0013

Auflösung.

Mittlere Epoche 1903.72.

Corr. der Elem. Vol. XI		1903 Sept. 1.0 Gr. M.Z.	Wahre Elemente	w. F.	
dE	- 5'.09		E 262° 19'.74	± 0'.44	(Ekl.)
$d\Pi$	+14.7		Π 283 46.4	± 33.4	
			e 0.028774	± 243	
de	+ 0.000009				(vn) _x 0.894
de (Vol. XI)	- 107		a 176° 708	± 0°.025	Anz. der Gl. 24
					Summe der Gew. 80
da	+ 0°.107		Δx -0°.155	± 0°.074	w. F. einer Gl. ± 0°.146

Normalgleichungen 1904.

	dE	$ed\Pi$	de	$\frac{da}{a}$	$\sin JdN$	dJ	$-\Delta y$	$-\Delta x$	n
dE	6.0265	5.7556 _n	5.6195	5.3497	3.6395 _n	5.2704	1.6395	3.3462	2.7637 _n
$ed\Pi$		6.4343	6.3142 _n	4.6220	4.8694 _n	3.9912 _n	3.2345 _n	4.0343 _n	3.2060 _n
de			6.3567	4.9966	4.9259 _n	4.6578	3.4575 _n	3.9813	1.9191
$\frac{da}{a}$				5.8905	5.3392	5.1114 _n	2.6812	1.7589	2.3659
$\sin JdN$					5.8902	5.4091 _n	3.2359	—	2.9195
dJ						5.9068	2.7852 _n	—	1.4684 _n
$-\Delta y$							1.6812	—	1.2395
$-\Delta x$								1.6812	0.7024

Auflösung.

Mittlere Epoche 1904.62.

Corr. der Elem. Vol. XI		1904 Sept. 0.0 Gr. M.Z.	Wahre Elemente	w. F.	
dE	- 3'.57		E 222° 57'.66	± 0'.43	(Ekl.)
$d\Pi$	+47.6		Π 284 52.2	± 29.3	
$\sin JdN$	+ 1.45		e 0.028991	± 272	
dJ	+ 2.26		Ω 168° 24'.00	± 1.02	(vn) _x 0.328
$d\Omega$	- 1.19		i 27 44.37	± 0.47	(vn) _y 0.746
di	+ 2.62				(vn) 1.074
de	+ 0.000226		a 176°.651	± 0°.026	Anz. der Gl. 48
de (Vol. XI)	+ 143		Δy -0°.381	± 0°.026	Summe der Gew. 96
			Δx -0.197	± 0.075	w. F. einer Gl. ± 0°.110
da	+ 0°.050				

Normalgleichungen 1906 (Berlin).

	dE	$ed\Pi$	de	$\frac{da}{a}$	$\sin JdN$	dJ	$-\Delta y$	$-\Delta x$	n
dE	6.0726	5.2177 n	5.2144	4.8132 n	4.7452	4.7466	2.1541	2.6843	3.2049 n
$ed\Pi$		6.2692	6.3612 n	4.9650 n	3.5999	3.8500	3.0812 n	3.9674 n	3.1558 n
de			6.5723	4.6425	2.7634	2.9638	2.8573 n	4.1420	3.1414
$\frac{da}{a}$				5.9438	4.9687	4.7989 n	1.5289	2.6316	3.0633
$\sin JdN$					6.0590	5.1519 n	2.1541	—	2.5322 n
dJ						5.9386	2.4645 n	—	2.2625 n
$-\Delta y$							1.7404	—	1.1335
$-\Delta x$								1.7404	0.8363

Auflösung.

Mittlere Epoche 1906.71.

Corr. der Elem. Vol. XI		1906 Sept. 1.0 Gr. M. Z.	Wahre Elemente	w. F.		
dE	— 4'.70		E 166° 43'.41	± 0'.36	(Ekl.) $(vv)_x$ 0.970	
$d\Pi$	— 26.0		Π 284 39.8	± 25.8		
$\sin JdN$	— 1.23		e 0.028651	± 233		
dJ	— 0.04		Ω 168° 25'.68	± 0'.83		$(vv)_y$ 0.474
$d\Omega$	— 1.82		27 41.40	± 0.38		(vv) 1.444
di	— 0.89		a 176° 807	± 0°.021	Auz. der Gl. 61	
de	— 0.000114		Δy —0°.245	± 0°.016	Summe der Gew. 110	
de (Vol. XI)	— 129		Δx —0.120	± 0.074	w. F. einer Gl. ± 0°.111	
da	+ 0°.206					

3.

Die recht beträchtlichen Verbesserungen, welche sich aus den obigen Reihen für die mittlere Länge ergeben haben, lassen erkennen, daß die aus der Gesamtheit der früheren Bestimmungen in Vol. XI abgeleitete empirische Correction den neueren Beobachtungen nicht mehr genügt. Bildet man nämlich die Abweichungen gegen Bessel, indem man wie auch früher von der Bessel'schen Länge und mittleren Bewegung ausgeht und beschränkt die Vergleichung vorläufig auf die neueren sichereren Bestimmungen, so erhält man die Zahlen unter I

Epoche	Beob.	I	Empir. Glied	II
1885.60	H. Struve	+4'.79	+ 4'.76	+0'.03
1886.3	A. Hall Jr.	+5.37	+ 5.11	+0.26
1891.26	H. Struve	+8.09	+ 8.04	+0.05
1892.28		+7.95	+ 8.68	—0.73
1901.67		+8.13	+12.84	—4.71
1902.69		+8.12	+12.96	—4.84
1903.72		+7.91	+13.00	—5.09
1904.62		+9.39	+12.96	—3.57
1906.71		+7.96	+12.66	—4.70

während die unter II gegebenen Zahlen die Abweichungen bei Berücksichtigung der empirischen Correction nach Vol. XI geben. Man ersieht hieraus, daß die Abweichungen gegen Bessel sich im Laufe des letzten Jahrzehnts nur wenig geändert haben, wohingegen nach der empirischen Correction ein weiteres Anwachsen der Längen bis 1905 zu erwarten gewesen wäre.

Da die neueren Beobachtungen dieses Glied nicht bestätigen und überhaupt nur Schwankungen in geringem Betrage in der mittleren Bewegung anzeigen, so liegt der Verdacht nahe, daß einzelne der früher bemerkten größeren Abweichungen, welche ein Glied von etwa 50jähriger Periode in der Bewegung von Titan voraussetzen ließen, entweder in ungenügender Ableitung der Elemente oder in besonderen Fehlerquellen bei den Beobachtungen ihren Grund haben könnten. Vor Allem sind daraufhin die Resultate der Beobachtungen von Jacob aus den Jahren 1856 bis 1858 zu revidiren. Ferner ist die Möglichkeit einer nicht unbedeutenden Correction der aus Bessel's großer Beobachtungsreihe folgenden Länge in Betracht zu ziehen, und drittens müssen die alten Conjunctionsbeobachtungen neu reducirt werden.

Was zunächst Jacob's Beobachtungen betrifft, so sind dieselben mit einem Fadenmikrometer am 6-zölligen Refractor in Madras angestellt und bestehen, wie die meisten früheren Beobachtungen, in Messungen von p und s gegen die Mitte des Planeten. Titan wurde während der Opposition 1856/57 durch 67 Messungen, während der Opposition 1857/58 durch 58 Messungen mit dem Planeten verbunden, woraus Jacob für die mittlere Länge folgende Werthe ableitete:

$$\begin{array}{l} \text{Epoche 1858 Jan. 0.0 Gr.} \\ \text{Opp. 1856/57 } E = 260^{\circ} 29'.4 \\ \text{Opp. 1857/58 } = 260 26.5 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{Epoche 1858 Jan. 0.0 Gr.} \\ \text{Opp. 1856/57 } E = 260^{\circ} 29'.4 \\ \text{Opp. 1857/58 } = 260 26.5 \end{array}} \right\} \text{(Ekl.)}$$

Mit Rücksicht auf $E_0 - E$ und die periodische Sonnenstörung ergibt sich daraus im Mittel die Abweichung Jacob — Bessel = +12'.5. Die Übereinstimmung der beiden aus einer großen Zahl von Messungen abgeleiteten Längen ist in der That eine so befriedigende, daß ich an der Zuverlässigkeit dieser Bestimmung früher nicht gezweifelt hatte, zumal auch die übrigen Resultate von Jacob keinen Grund zum Mißtrauen boten.

Zur Prüfung der Rechnung wurden einige der zur Bestimmung der Länge geeigneteren Beobachtungen in der Nähe der Conjunctionen aus der

ersten Beobachtungsreihe 1856/57 ausgewählt und mit den von Jacob angenommenen Elementen verglichen. Es stellte sich hierbei ein systematischer Reductionsfehler bei Jacob heraus, welcher die berechneten Positionswinkel um etwa 18' verfälscht hatte. Nach Verbesserung desselben ergeben die Conjunctionen, wenn man zugleich die übrigen Elemente als bekannt voraussetzt, für die mittlere Länge von Titan einen um 6.9 kleineren Werth, als nach der Angabe von Jacob, oder:

$$\text{Opp. 1856/57 1858 Jan. 0.0 Gr. } E = 260^{\circ}22'5 \\ \text{und damit Jacob—Bessel} = +7.0$$

In den Rechnungen für die zweite Opposition ist dieser systematische Fehler nicht begangen. Da jedoch die zweite Messungsreihe nach Jacob's eigener Angabe weniger zuverlässig ist als die erste, und sowohl in den Beobachtungen wie auch in den Rechnungen sich viele Versehen nachweisen lassen, so habe ich mich mit der Feststellung begnügt, daß auch die zweite Reihe eher für eine Verkleinerung der Länge von Titan spricht. Die Genauigkeit der Messungen ist überhaupt geringer als ich erwartet hatte, sodafs der mögliche Fehler im Schlufsresultat 3' betragen mag.

Die einzigen Beobachtungen von Titan, welche der Epoche von Jacob nicht allzu fern liegen und zur Controlle der Länge allenfalls benutzt werden können, sind, so viel ich sehe, erstens drei Conjunctionen des Trabanten, welche Dawes 1862 um die Zeit der Ringverschwindung an seinem 8-zölligen Refractor beobachtet hat. Die erste Beobachtung bezieht sich auf eine Conjunction des Trabanten, bei welcher derselbe dicht am Nordpol des Planeten, die Scheibe fast berührend, vorüberging, die zweite und dritte auf die Conjunction des Schattens, bei dessen Vorübergange vor der Scheibe, Phänomene, die offenbar mit grofser Genauigkeit zu beobachten waren. Aus den von Dawes gegebenen Momenten (Monthly Not. XXII) findet man für die Abweichung der Länge gegen Bessel, wenn man die übrigen Elemente nach Vol. XI voraussetzt:

			Dawes—Bessel
1862 April 15	10 ^h 31 ^m	Gr. M. Z. Conj. von Titan	$dE_0 = +4.8$
1862 April 15	13 46	Conj. des Schattens	= +9.1
1862 Mai 17	12 10		= +7.8
			im Mittel $dE_0 = +7.2$

Zweitens finden sich in der Beobachtungsreihe von Lassell und Marth auf Malta (Mem. R. Astr. Soc. XXXVI) im Frühjahr 1863 zwei von Marth beobachtete Conjunctionen von Titan mit dem östlichen Rande des Planeten,

ebenfalls bei kleiner Ringöffnung ausgeführt, welche durch Vergleichung mit denselben Ausgangswerthen zu folgenden Correctionen der Länge führen:

1863 Mai 19	10 ^b 24 ^m 0	Gr.M.Z. Conj. mit dem folgenden Rande	Marth—Bessel
1863 Juni 4	9 0.2		$dE_0 = -1.8$
			$= -2.6$
			im Mittel $dE_0 = -2.2$

Hierbei ist der Halbmesser des Planeten in der mittleren Entfernung $a = 8''.75$ angenommen; ein größerer Werth würde die Abweichung noch vergrößern. Da die Beobachtungen von Marth mit großer Sorgfalt ausgeführt sind und kein Grund zu ihrer Ausschließung vorliegt, so berücksichtige ich dieselben mit dem gleichen Gewicht wie die Dawes'schen Beobachtungen. Im Mittel hat man alsdann:

$$\text{für die Epoche 1862.7} \quad dE_0 = +2.5$$

Es ist ferner ersichtlich, daß die alten Conjunctionsbeobachtungen mit den neueren Bestimmungen in bessere Übereinstimmung gelangen würden, wenn es statthaft wäre, die Länge von Bessel um mehrere Minuten zu vergrößern. Ungeachtet des geringen zufälligen Fehlers, welchen die von Bessel aus seiner dreijährigen Beobachtungsreihe abgeleiteten Elemente haben, wäre es doch denkbar, daß die Beobachtungen am Heliometer in Folge der schwer auszuführenden Verbindung des Trabanten mit den Ansen oder dem Rande des Planeten mit nicht unbeträchtlichen systematischen Fehlern behaftet waren, die in gewissem Grade auch die Bestimmung der Länge beeinflusst haben könnten. Und in der That kann man sich von dem Vorhandensein von systematischen Fehlern in der Bessel'schen Reihe leicht überzeugen. So zeigt sich in den beiden ersten Beobachtungsjahren 1830—1831 eine auffallende Differenz in den übrigbleibenden Fehlern von y , je nachdem die Anschlüsse an die Ansen oder an die in der Ansenlinie liegenden Punkte des Planeten gemacht sind. In der dritten Beobachtungsreihe 1832 sind fast nur Anschlüsse an den Planetenrand gemacht und die übrigbleibenden Fehler in y haben hier überwiegend positives Vorzeichen. Es ist aus diesem Grunde von Bedeutung, daß wir noch eine zweite Beobachtungsreihe über Titan von Bessel besitzen, welche in anderer Weise ausgeführt, eine werthvolle Controlle für die Ableitung der Elemente gewährt. Ich habe diese Beobachtungsreihe, bestehend in 30 Verbindungen von Rhea mit Titan aus den Jahren 1831—1834, früher nur mit Rücksicht auf die Bahnelemente von Rhea bearbeitet (vergl. Suppl. I

p. 122). Man kann jedoch die Rechnung leicht auf die Elemente von Titan ausdehnen. Beschränkt man sich dabei auf die Ermittlung der Correctionen von E , Π , e , a , so erhält man, ausgehend von Bessel's definitiven Elementen, aus den Verbindungen Titan — Rhea folgende Correctionen:

$$\begin{aligned} & \text{Mittl. Epoche 1832.2} \\ dE_0 &= +1'72 \text{ w.F. } \pm 0'80 \\ d\Pi &= -17'4 \quad \pm 48'3 \\ de &= -0.00111 \quad \pm 0.00012 \\ da &= +0''064 \text{ oder } a = 176''600 \pm 0''036 \\ & \text{w.F. einer Gleichung } \pm 0''182 \end{aligned}$$

Die Verbindungen mit Rhea sprechen also in der That für eine geringe Vergrößerung der aus den directen Messungen abgeleiteten Länge von Titan. Von den anderen Correctionen kommt nur diejenige von e in Betracht, welche die Excentricität in bessere Übereinstimmung mit den späteren Bestimmungen bringen würde, zum Theil freilich auch daher rühren kann, daß hier für Rhea eine Kreisbahn vorausgesetzt ist.

Schließlich war es nothwendig, die alten Conjunctionsbeobachtungen aus dem 17. und 18. Jahrhundert, deren Zusammenstellung Bessel in den Astr. Nachr. Bd. IX gegeben hat, von Neuem zu bearbeiten, da die Annahmen von Bessel über die Lage der Ringebene und die Säcularbewegung des Perisaturniums von Titan recht erheblich von der Wahrheit abweichen. Zu den von Bessel benutzten Conjunctionen ist noch eine von Bradley 1719 in Wansted beobachtete Conjunction (vergl. Suppl. I p. 93) hinzugefügt.

In der neuen Rechnung ist die Lage der Ringebene und der Bahn von Titan nach Vol. XI angenommen. Zur Controlle sind die geocentrischen Örter des Planeten für diese Beobachtungen von Hrn. Dr. Neugebauer nach Leverrier's Tafeln von Neuem berechnet; es ergab sich nur in der geocentrischen Entfernung für die Beobachtung von Herschel 1789 eine merklichere Abweichung gegen Bessel's Rechnung. Herschel's Beobachtung bezieht sich auf die Conjunction des Schattens von Titan, die übrigen auf Conjunctionen des Trabanten in der kleinen Ringaxe. Zur Reduction der ersteren Beobachtung ist außer dem geocentrischen und heliocentrischen Orte des Planeten noch die Kenntniß der Halbaxen des Planeten nöthig, welche $a = 8''74$, $b = 7''83$ in der mittleren Entfernung

des Planeten angenommen sind. Die zur Ableitung der Längen erforderlichen Daten sind im Folgenden zusammengestellt, und zwar bedeuten Ω_0 , i_0 Knoten und Neigung der Ringebene, Ω , i , Π Knoten, Neigung und Perisaturnium der Bahn von Titan in Bezug auf die Ekliptik.

Beob.	Datum	Geocentr. Ort			$\log \rho$	Ω_0		$\Omega - \Omega_0$	$i - i_0$	Π	e
		a	δ								
1. Halley	1682 Dec. 1.7	143°11'9	+15°41'6	0.9433	165° 4'3	28° 7'2	+10'10	-52'19	166°57'	0.02850	
2. Halley	1683 Febr. 19.3	138 44.2	+17 17.8	0.9150	165 4.5	28 7.2	+10.15	-52.17	167 3	0.02850	
3. Cassini I	1685 Mai 21.4	162 47.0	+ 9 36.7	0.9634	165 6.5	28 7.2	+10.81	-52.01	168 18	0.02850	
4. Cassini I	1687 März 7.4	191 12.6	- 1 53.5	0.9390	165 8.0	28 7.2	+11.25	-51.89	169 14	0.02850	
5. Cassini II	1714 Febr. 11.4	161 28.0	+10 1.9	0.9225	165 30.5	28 7.0	+18.14	-49.50	183 38	0.02852	
6. Bradley	1719 April 18.4	219 36.9	-12 42.8	0.9493	165 34.9	28 6.9	+19.20	-48.97	186 24	0.02853	
7. W. Herschel	1789 Nov. 2.4	348 41.9	- 7 21.9	0.9529 (geoc.)	166 33.7	28 6.4	+29.05	-39.70	223 49	0.02873	
		353 5.3	- 5 20.2	0.9816 (hel.)							
8. Köhler	1790 Nov. 12.2	0 30.3	- 2 33.9	0.9454	166 34.6	28 6.4	+29.09	-39.55	224 24	0.02874	

Damit erhält man für die Conjunctionszeiten die wahren und mittleren Längen des Trabanten bezüglich der Ekliptik und die Reduction auf die »feste« Ebene:

Beob.	Datum	Red. Gr. M. Z.		v	E	$E_0 - E$	B
1. Halley	1682 Dec. 1	17 ^b 37 ^m 30	Ob. Conjunction	143° 32'7	144° 49'0	-1'9	-12° 16'3
2. Halley	1683 Febr. 19	7 16.10	Ob. Conjunction	139 24.3	140 53.5	-1.9	-14 25.5
3. Cassini I	1685 Mai 21	9 30.35	Unt. Conjunction	342 1.6	341 39.7	-2.0	- 4 3.1
4. Cassini I	1687 März 7	10 46.52	Unt. Conjunction	9 32.1	10 41.4	-2.0	+ 9 26.9
5. Cassini II	1714 Febr. 11	8 56.09	Unt. Conjunction	340 50.0	339 32.5	-2.8	- 4 47.4
6. Bradley	1719 April 18	10 46.14	Ob. Conjunction	218 38.3	216 55.5	-2.9	+20 22.2
7. W. Herschel	1789 Nov. 2	9 19.30	Conj. des Schattens	171 49.1	174 22.9	-4.1	+ 1 57.1
8. Köhler	1790 Nov. 12	5 9.45	Ob. Conjunction	359 12.4	356 50.0	-4.1	- 3 45.3

Die letzte Columne enthält die Erhebungswinkel B der Erde über der Ringebene, welche ceteris paribus einen Maßstab für die Genauigkeit der Beobachtungen abgeben. Die Abweichungen gegen die frühere Rechnung sind nicht ganz unbedeutend und dürfen bei der Vergleichung mit den neueren Bestimmungen nicht vernachlässigt werden.

4.

Bezieht man die Längen des Trabanten auf die in Vol. XI definierte »feste« Ebene, auf welcher sich die Bahnebene von Titan mit constanter Neigung fortbewegt und vergleicht sie mit dem Ausgangswerthe nach Bessel:

$$1830 \text{ Jan. } 0.0 \text{ Gr. M. Z. } \quad E_0 = 125^\circ 7' 14$$

wobei die tropische mittlere Bewegung $n = 22 \text{ Rev.} + 326^\circ 15' 1609$ in einem julianischen Jahre angenommen ist, so erhält man aus den alten Conjunctionsbeobachtungen folgende Unterschiede im Sinne «Beobachtung — Bessel» :

	Ep.	O—C	Mittelwerthe	
			Ep.	O—C
Halley	1682.9	+ 2.0		
Halley	1683.1	—18.7	1684.6	—4.3
Cassini I	1685.4	+ 3.0		
Cassini I	1687.2	— 3.5		
Cassini II	1714.1	(+28.2)		
Bradley	1719.3	(+25.5)		
W. Herschel	1789.8	0.0	1790.3	—0.3
Köhler	1790.8	— 0.6		

Bezüglich des Zeitraums 1874—1892, der den Haupttheil der Beobachtungen umfaßt, können die Längen von Titan unverändert den Angaben in Vol. XI entnommen und mit den hier gefundenen Resultaten zusammengestellt werden. In den Jahren 1894—1896 ist außerdem noch eine Beobachtungsreihe von Titan am Washingtoner Refractor von S. Brown erhalten worden, deren Resultate im Astr. Journal Vol. XIX mitgetheilt sind. Da diese Beobachtungen in Verbindungen von Titan mit Japetus bestehen und daher nicht die Sicherheit der anderen neueren Bestimmungen besitzen, so habe ich sie weiterhin nicht berücksichtigt. Die Vergleichung mit den obigen Ausgangswerthen ergibt alsdann:

	Mittl. Ep.	O—C	w. F.	Ep.	Mittelwerthe	Gew.
					O—C	
Bessel (1830—32)	1831.2	0.00	±0.35	1831.5	+0.57	2
Bessel (Verb. mit Rhea)	1832.2	+ 1.70	±0.80			
Jacob	1857.1	+ 7.0	—	1859.9	+4.75	
Dawes u. Marth	1862.7	+ 2.5	—			
Newcomb	1874.7	+ 2.67	±1.3	1876.7	+4.14	1½
A. Hall	1877.7	+ 4.88	±0.5			
W. Meyer	1881.8	+ 4.45	±1.3	1883.0	+4.22	1
H. Struve	1884.2	+ 4.00	±1.0			
H. Struve	1885.6	+ 4.79	±0.50			
L. de Ball	1886.1	(+ 6.9)	±2.0	1885.95	+5.08	2
A. Hall Jr.	1886.3	+ 5.37	±0.54			
H. Struve	1891.26	+ 8.09	±0.37			
"	1892.28	+ 7.95	±0.48	1891.77	+8.02	2
S. Brown	1895.3	(+10.15)	±0.90			
H. Struve	1901.67	+ 8.13	±0.52			
	1902.69	+ 8.12	±0.39	1902.69	+8.05	
	1903.72	+ 7.91	±0.44			
	1904.62	+ 9.39	±0.43			
	1906.71	+ 7.96	±0.36	1905.67	+8.67	

Die periodischen Sonnenstörungen und die Nutation sind in dieser Zusammenstellung berücksichtigt, in den alten Conjunctionsbeobachtungen aber vernachlässigt.

Die Abweichungen wurden nach den Epochen, um welche sie sich gruppieren, zu Mittelwerthen vereinigt und daraus die unten folgenden Gleichungen zur Ableitung der mittleren Bewegung erhalten. In denselben bezeichnet dE_0 die Correction der Ausgangslänge für 1830.0, dn die Correction der vorausgesetzten mittleren jährlichen Bewegung. Sowohl bei der Bildung der Mittelwerthe wie auch hinsichtlich der den Gleichungen zu ertheilenden Gewichte konnten nicht streng die w. F. der einzelnen Längen zur Richtschnur genommen werden, weil die Abweichungen zum Theil von systematischen Fehlern, zum Theil auch von reellen Schwankungen in den Längen abhängen. Mit Rücksicht hierauf sind die weniger sicheren Bestimmungen mit einem etwas größeren Gewicht berücksichtigt, als sie nach den w. F. verdienen würden. Den genauesten Bestimmungen, deren w. F. um 0.5 herum liegt, wurde das Gewicht 1, denjenigen, für welche die w. F. um 1.0 liegen, das Gewicht $\frac{1}{2}$ erteilt und in den Endgleichungen den vier letzten Epochen dasselbe Gewicht wie der Epoche von Bessel beigelegt. Ferner wurde dem Mittel der Conjunctionsbeobachtungen um die Epochen 1685 und 1790 das Gewicht $\frac{1}{2}$ gegeben, während die Beobachtungen von Cassini II und Bradley, die zwar unter einander gut stimmen, aber wahrscheinlich nur auf ganz beiläufigen Zeitangaben beruhen, fortgelassen sind. Die Auflösung würde übrigens auch bei einer anderen Vertheilung der Gewichte nicht wesentlich abgeändert werden.

	Epoche	Bedingungs- gleichungen	Gew.	Übrigl. Abweichung O—C
Halley u. Cassini I	1684.6	$dE_0 - 145.4 \quad dn = -4.3$	$\frac{1}{2}$	+3.11
Herschel u. Köhler	1790.3	$dE_0 - 39.7 \quad dn = -0.3$	$\frac{1}{2}$	+0.03
Bessel	1831.5	$dE_0 + 1.5 \quad dn = +0.57$	2	-1.86
Jacob u. Dawes, Marth	1859.9	$dE_0 + 29.9 \quad dn = +4.75$	1	+0.42
Newcomb u. A. Hall	1876.7	$dE_0 + 46.7 \quad dn = +4.14$	$1\frac{1}{2}$	-1.31
W. Meyer u. H. Struve	1883.0	$dE_0 + 53.0 \quad dn = +4.22$	1	-1.65
H. Struve u. A. Hall Jr.	1885.95	$dE_0 + 55.95 \quad dn = +5.08$	2	-0.99
H. Struve	1891.77	$dE_0 + 61.77 \quad dn = +8.02$	2	+1.56
	1902.69	$dE_0 + 72.69 \quad dn = +8.05$	2	+0.86
	1905.67	$dE_0 + 75.67 \quad dn = +8.67$	2	+1.28

Die Auflösung dieser Gleichungen ergibt:

$$dE_0 = +2.33 \quad \text{w. F. } \pm 0.45$$

$$dn = +0.0670 \quad \pm 0.0074$$

oder: 1830 Jan. 0.0 Gr. M. Z. $E_0 = 125^\circ 9' 47$,
 tropische mittlere Bewegung $n = 22 \text{ Rev. } + 326^\circ 15' 2279$
 in einem julianischen Jahre,
 und damit die oben angegebenen Abweichungen O—C.

Wie man sieht, hat die Darstellung der Längen jetzt wesentlich gewonnen, indem die älteren Epochen in bessere Übereinstimmung mit den neueren gelangt sind und namentlich die große Abweichung der Jacob'schen Reihe sich hat beseitigen lassen. Erst dadurch ist es überhaupt möglich geworden, einen genaueren Werth für die mittlere Bewegung abzuleiten. Es liegt demnach kein Grund mehr vor, in der Bewegung von Titan bedeutendere Störungsglieder langer Periode vorauszusetzen, und es muß für's erste dahingestellt bleiben, ob die Abweichungen, welche in einzelnen Reihen, z. B. bei Bessel, die erlaubten Grenzen überschreiten, in systematischen Beobachtungsfehlern oder, was ich nach dem deutlich ausgesprochenen Gang in den Zahlen für wahrscheinlicher halte, in kleinen Störungen durch die anderen Trabanten, insbesondere durch Hyperion, ihren Grund haben. Jedenfalls können diese Störungsglieder den Betrag von 1' bis 2' nicht übersteigen.

Zu einer Vorstellung über die Größenordnung der Masse von Hyperion kann man mit Hilfe der vorliegenden Beobachtungsreihe auf folgendem Wege gelangen.

Bezeichnet man mit δE_H das bekannte Librationsglied in der Länge von Hyperion, mit δE_T das entsprechende Glied in der Länge von Titan und unterscheidet mit denselben Indices m, a, n für beide Trabanten, so folgt aus der Theorie:

$$\delta E_T = -\frac{3}{4} \frac{a_T}{a_H} \cdot \frac{n_T^2}{n_H^2} \cdot \frac{m_H}{m_T} \delta E_H.$$

Für Hyperion aber haben die Beobachtungen ergeben:

$$\delta E_H = + 549.6 \sin (205^\circ 3' t - 4^\circ 6'),$$

wo t in julianischen Jahren von 1889.0 an zu zählen ist. Demnach hat man für die Störung der Länge von Titan in Folge der Libration:

$$\delta E_T = - 605.5 \frac{m_H}{m_T} \sin (205^\circ 3' t - 4^\circ 6'),$$

und es müßte sich dieses Glied, wofern das Massenverhältniß nicht zu klein ist, in den beobachteten Längen zu erkennen geben, andernfalls aber

ein Grenzwert für das Massenverhältniß ableiten lassen. Die Resultate der neuen Beobachtungsreihe, welche für fünf auf einander folgende Jahre die Länge von Titan recht genau ergeben haben, sind für diese Vergleichung besonders geeignet, weil das Argument der Libration in den einzelnen Jahren sehr verschiedene Werthe annimmt und etwaige Störungen langer Periode hier nicht in Betracht kommen. Außerdem können noch die genauen Beobachtungsreihen am großen Refractor in Pulkowa 1891 und 1892 für diese Vergleichung benutzt werden.

Setzt man für die Amplitude der Libration der Reihe nach die Werthe 0,0, 0,5, 1,0, 1,5 voraus und bildet die Abweichungen der von der Libration befreiten Längen von den obigen Ausgangswerthen (nach Bessel), so erhält man:

Amplitude:	0,0	0,5	1,0	1,5
$m_H : m_T$	0	1 : 1211	1 : 606	1 : 404
1891.26	+8,09	+8,59	+9,08	+9,58
1892.28	+7,95	+7,56	+7,17	+6,78
1901.67	+8,13	+8,61	+9,10	+9,58
1902.69	+8,12	+7,64	+7,16	+6,68
1903.72	+7,91	+8,25	+8,59	+8,93
1904.62	+9,39	+9,08	+8,77	+8,46
1906.71	+7,96	+8,22	+8,48	+8,74

Die Längen werden offenbar am besten unter den beiden ersten Voraussetzungen dargestellt, während die beiden letzten schon sehr bedeutende Unterschiede in den Längen auf einander folgender Jahre erzeugen, welche mit den Beobachtungen unvereinbar sind. Daraus ist zu schließen, daß die Amplitude höchstens 0,5 oder die Masse von Hyperion höchstens rund $\frac{1}{1000}$ der Masse von Titan betragen kann.

Es ist nicht ohne Interesse, dieses Resultat mit den photometrisch bestimmten Helligkeiten und zugleich mit den Ergebnissen für die anderen Trabanten zu vergleichen. In der folgenden Übersicht sind zuerst die Größen der Trabanten nach Pickering und die daraus unter der Annahme gleicher Albedo und Dichte folgenden Durchmesser und Massen, auf Titan als Einheit bezogen, zusammengestellt, ferner die wahren Massen, wie sie sich aus den Störungen ergeben haben (vergl. Vol. XI p. 228 und Astr. Nachr. Nr. 3885—86) und das Verhältniß der photometrisch bestimmten zu den wahren Massen.

Trab.	Helligkeit Mg.	Photom. Durchm. Titan = 1	Photom. Masse Titan = 1	Wahre		Phot. Masse Wahre Masse
				Masse Saturn = 1	Masse Titan = 1	
Mimas	12.11	0.20	1 : 131	1 : 16340000	1 : 3476	26.6
Enceladus	11.60	0.25	1 : 65	1 : 4000000	1 : 851	13
Tethys	10.66	0.38	1 : 18	1 : 921500	1 : 196	11.1
Dione	10.72	0.37	1 : 19	1 : 536000	1 : 114	6.0
Rhea	10.07	0.50	1 : 7.8	1 : 250000	1 : 53	6.8
Titan	8.58	1.00	1 : 1	1 : 4700	1 : 1	1
Hyperion	12.88	0.14	1 : 380		< 1 : 1000	> 3

Betrachtet man diese Zahlen, so sieht man, daß die inneren Trabanten relativ viel heller sind, als sie ihren wahren Massen nach sein sollten, und zwar um so heller, je näher sie dem Planeten stehen. Diese Thatsache ist bei Titan, Dione, Tethys, Mimas, für welche die Massen genauer bestimmt werden konnten, so auffallend, daß man hier an einen Zufall nicht denken kann, sondern annehmen muß, daß sie mit der Entstehungsweise des ganzen Systems zusammenhängt. Daraufhin hätte man eigentlich erwarten sollen, für die beiden äußersten Trabanten Japetus und Hyperion eine größere Masse zu finden, als ihre Helligkeit anzeigt. Wie die vorhergehende Untersuchung gelehrt hat, trifft dies aber bei Hyperion nicht zu, seine Masse beträgt höchstens $\frac{1}{3}$ der photometrisch bestimmten Masse, und soweit sich ein Schluß aus den säcularen Störungen der Bahnebene von Titan ziehen läßt, wird man auch für Japetus nur eine geringe Masse voraussetzen dürfen. Andererseits kann die mittlere Dichte der Trabanten Rhea, Dione, Tethys nicht viel geringer sein als diejenige von Titan, weil sonst diese Trabanten merkliche Scheibchen zeigen und ihre Schatten auf dem Planeten zu erkennen sein müßten, was bisher bei keinem von ihnen mit Sicherheit gelungen ist. Hält man diese Ergebnisse zusammen, so ist zu folgern, daß Titan die geringste Albedo im System besitzt, was — ähnlich wie bei unserm Monde — auf eine geringe Atmosphärenhülle bei diesem größten Trabanten, schließen läßt. Erheblich größer muß die Albedo der mittleren Trabanten sein und bei den beiden innersten Trabanten und Hyperion mögen beide Ursachen, sowohl eine geringere mittlere Dichte wie auch eine bedeutende Albedo, zu ihrer relativ großen Helligkeit beitragen.

5.

Die vorliegenden Beobachtungsreihen lassen auch die Ursache der Fehlerquelle, welche von mir als Abweichung des optischen Centrums vom

Schwerpunkt bezeichnet worden ist und sich früher als nahezu constante Correction in den Messungen der y -Coordinate verrathen hatte, deutlicher erkennen. Für diese Abweichung hatten die früheren Beobachtungsreihen am 30-zölligen Refractor in Pulkowa:

		Δy	w. F.	z	
Pulkowa	1889	Rhea—Saturn	—0".162	$\pm 0".022$	43.5
	1890	"	—0.128	± 0.017	48.0
	1891	Titan—Saturn	—0.181	± 0.015	52.5
	1892		—0.199	± 0.020	58.0

ergeben, während aus den jetzigen Beobachtungsreihen die Werthe

Königsberg	1901	Titan—Ring	—0".553	$\pm 0".047$	78.0
"	1904	Titan—Saturn	—0.381	± 0.026	72.7
Berlin	1906		—0.245	± 0.016	64.0

hervorgegangen sind. Daneben sind die Mittelwerthe der Zenithdistanzen für jede Messungsreihe angeführt. Da die Messungen sowohl in den früheren wie in den letzten Jahren stets bei kleinen Stundenwinkeln angestellt sind, so differiren die Zenithdistanzen während derselben Opposition nur um geringe Beträge von ihren Mittelwerthen.

Es unterliegt hiernach keinem Zweifel mehr, daß diese Abweichung nur auf einem Einstellungsfehler beruht, der mit der Zenithdistanz, und zwar angenähert proportional der Refraction, zunimmt, indem er durch den Ausdruck $\Delta y = -0".12 \operatorname{tng} z$ fast genau dargestellt wird. Die Abweichung findet deshalb ihre natürlichste Erklärung, wie ich bereits früher vermuthet hatte, in dem Einfluß der atmosphärischen Dispersion, welche eine verschiedene Färbung und ungleiche Schärfe des oberen und unteren Planetenrandes und damit eine Verschiedenartigkeit in den Einstellungen auf den Planeten und den Trabanten verursacht.

Nennt man μ den Brechungsindex der Luft, so kann man nach Mascart (Ann. de l'École Norm. 1877) für seine Änderung mit der Wellenlänge λ genähert:

$$d\mu = -2 \frac{b}{\lambda^2} (\mu - 1) \frac{d\lambda}{\lambda}$$

setzen, worin:

$$b = 0.006, \quad \lambda = 0.589 \text{ für die } D\text{-Linie,} \quad \mu - 1 = 0.000293$$

anzunehmen ist. Die Änderung der Refraction mit der Wellenlänge in der Zenithdistanz z folgt daraus genähert:

$$d(\Delta z) = d\mu \operatorname{tng} z = -2".09 \frac{d\lambda}{\lambda} \operatorname{tng} z.$$

Für $\frac{d\lambda}{\lambda} = 0.06$ würde die Änderung der Refraction $d(\Delta z) = -0''.125 \operatorname{tng} z$, d. h. ungefähr so groß sein, wie die Beobachtungen für Δy ergeben haben. Nimmt man also an, daß bei den Einstellungen auf den Trabanten die *D*-Linie, bei den Einstellungen auf den Planeten (im Mittel auf beide Ränder) dagegen ein anderer Theil des Spectrums nach Roth hin, etwa in der Mitte von *C* und *D* gelegen, vom Beobachter in's Auge gefaßt worden ist, so würde sich damit die Abweichung und ihre Änderung mit der Zenithdistanz genügend erklären.

Merkwürdig bleibt es freilich, daß diese Abweichung sich bei den Beobachtungen an Saturn so deutlich, bei meinen Beobachtungen der Marsstrabanten aber gar nicht ausgesprochen hat. Die Erklärung dafür kann meines Erachtens nur in der sehr verschiedenen Farbe der beiden Planeten liegen, da anzunehmen ist, daß sowohl diese, wie auch die Farbe des Gesichtsfeldes und andere Umstände die Auffassung des Planetenrandes, die überdies bei verschiedenen Beobachtern sehr verschieden sein kann, beeinflussen.

Dieselbe Fehlerquelle kommt natürlich auch bei Bestimmungen der Planetenörter in Betracht, welche aus diesem Grunde selbst bei differentiellen Messungen auf mehrere Zehntel Secunden unsicher bleiben können, und hat gewiß auch eine Rolle bei den Bestimmungen der Sonnenparallaxe aus Marsbeobachtungen gespielt, bei denen die Planetenränder eingestellt wurden.

Während die Abweichungen Δy sich aus den einzelnen Beobachtungsjahren mit großer Genauigkeit und nahezu unabhängig von den Correctionen der Elemente ergeben, bleibt die Bestimmung der Abweichung Δx , welche auf einer möglichen Verschiedenheit der Einstellungen auf den Ost- und Westrand beruht, zweifelhaft, weil dieser Fehler sich mit den Correctionen der elliptischen Elemente e , Π vermischt und erst aus der Gesamtheit aller über mehrere Jahre sich erstreckenden Reihen sicherer abzuleiten ist.

6.

Vereinigt man die Gleichungen der verschiedenen Jahre in ein System, indem man ihnen dasselbe Gewicht beläßt und von der Änderung von Δy im Laufe der Jahre absieht — die Berücksichtigung dieser Änderung würde in der Hauptsache nur die w. F. verringern — so erhält man

die Normalgleichungen 1901—1906

	dE	$ed\Pi$	de	$\frac{da}{a}$	$\sin JdN$	dJ	$-\Delta y$	$-\Delta x$	n
dE	6.7338	5.2548 _n	5.6711	5.3424	4.0748	5.5568	2.6155	2.8867	3.8398 _n
$ed\Pi$		7.2479	6.8755 _n	4.2122 _n	4.8685 _n	3.1818	3.4736 _n	4.8252 _n	4.0516 _n
de			6.9135	4.4304 _n	2.7482	3.5911	3.7796 _n	4.5490	3.4073
$\frac{da}{a}$				6.6260	5.6462	5.1317 _n	2.2769	2.2170 _n	3.3931
$\sin JdN$					6.3450	5.5753 _n	3.0209	—	2.4393
dJ						6.2908	2.8491 _n	—	2.5401 _n
$-\Delta y$							2.0969	—	1.6133
$-\Delta x$								2.4456	1.6291

und daraus die aus der Gesammtheit aller Beobachtungen folgenden Correctionen gegen die Bahn nach Vol. XI und die mittleren Elemente, bezogen auf die Epoche und das Aequinoctium 1904.0:

Corr. der Elem. Vol. XI		Mittlere Epoche 1904.0.		Mittlere Elemente		w. F.	
dE	-4.67	1904 Jan. 0.0	Gr. M. Z.	E	114° 7'97	± 0.20	(<i>nn</i>) 40.344
$d\Pi$	+4.2			Π	283 38.6	± 13.8	} (Ekl.) (<i>vv</i>) 8.920
$\sin JdN$	-0.41			e	0.028623	± 79	
dJ	+0.74			Ω	168° 24'56	± 0.72	
$d\Omega$	-1.75				27 41.43	± 0.33	Anz. der Gl. 226
di	+0.24						Summe der Gew. 404
de	-0.000105			a	176 ⁿ 719	± 0.012	w. F. einer Gl. ± 0.136
de (Vol. XI)	- 210			Δy	-0.330	± 0.013	
da	+0.118			Δx	-0.178	± 0.034	

Da in den Jahren 1902 und 1903 keine Messungen der y -Coordinate gemacht sind und den Gleichungen in y 1901 wegen des tiefen Standes des Planeten nur halbes Gewicht beigelegt ist, so ist die mittlere Epoche für die aus den y -Gleichungen folgenden Elemente Ω , i etwas verschieden von derjenigen für die anderen Elemente. Im Mittel hat man für Ω , i 1905.7, für die anderen Elemente 1904.0 anzunehmen.

Der geringe w. F., der sich in der Gesamtauflösung für Δx ergeben hat, läßt es nicht bezweifeln, daß eine Verschiedenheit der Auffassung bei den Einstellungen auf den Ost- und Westrand wirklich stattgehabt hat, sei es, daß dieser Fehler rein subjectiv oder ähnlich wie bei y durch eine Asymmetrie des Bildes, durch die Phase des Planeten und bei größeren Stundenwinkeln durch die Neigung der großen Axe gegen den Horizont, mitbedingt war.

Auf die Bestimmung der Elemente e und Π übt dieser Fehler einen sehr erheblichen Einfluß aus. Löst man nämlich die Gleichungen so auf, daß man Δx unbestimmt läßt, so erhält man:

		w. F.
dE	$= -4.72 \quad -0.29 \Delta x$	± 0.2
$d\Pi$	$= -63.6 \quad -380.3 \Delta x$	± 5.2
de	$= +0.000147 \quad +0.001409 \Delta x$	± 0.000064
da	$= +0.117 \quad -0.005 \Delta x$	± 0.012
$\sin JdN$	$= -0.48 \quad -0.35 \Delta x$	± 0.3
dJ	$= +0.74 \quad -0.02 \Delta x$	± 0.3
Δy	$= -0.329 \quad +0.007 \Delta x$	± 0.013

wo als Einheit von Δx 1" angenommen ist. Wenn man also den möglichen constanten Fehler Δx in den Einstellungen auf den Ost- und Westrand vernachlässigen wollte, so würden dadurch Π und e ansehnliche Änderungen erfahren, die übrigen Elemente aber fast gar nicht geändert werden. Dies war a priori vorauszusehen. Der Fall liegt nämlich hier ganz analog wie bei der Verbindung zweier Satelliten unter einander, wo die elliptischen Elemente, wenn sie für beide Trabanten als unbekannt angenommen werden, auch nur mit geringem Gewicht abgeleitet werden können. An Stelle des zweiten Trabanten tritt hier die scheinbare Begrenzung des Planeten, deren Mittelpunkt gleichfalls erst aus den Beobachtungen zu bestimmen ist.

Für die mittlere Länge und mittlere Bewegung des Trabanten haben sich aus der Discussion sämtlicher Beobachtungsreihen die Resultate: 1890 Jan. 0.0 Gr. M. Z. $E_0 = 260^\circ 23' 15$, in Bezug auf die »feste« Ebene, und die tropische mittlere Bewegung $n = 22 \text{ Rev.} + 326^\circ 15' 2279$ in einem julianischen Jahre ergeben. Für 1904.0 Gr. folgt daraus in Bezug auf die Ekliptik, ohne Rücksicht auf die Sonnenstörung, $E = 114^\circ 7' 04$, ein Werth, der um 0.93 von dem aus der Beobachtungsreihe 1901 — 1906 abgeleiteten Werthe abweicht. Die Abweichungen der übrigen Elemente gegen die Bahn in Vol. XI sind gering und es liegt daher für's erste kein Anlaß zu einer neuen Ableitung der Säcularbewegungen und des Pols der »festen« Ebene von Titan vor.

Für die Halbaxe der Bahn des Trabanten hat sich aus der Gesamtauflösung der Werth

$$a = 176.719 \quad \text{w. F. } \pm 0.012$$

in der mittleren Entfernung (ρ) = 9.53887 ergeben. Dieser Werth beruht auf der Vereinigung von vier Messungsreihen am Königsberger und einer

Messungsreihe am Berliner Refractor. Da jedoch der Schraubenwerth des neuen Mikrometers am Berliner Refractor nur aus einigen vorläufigen Messungen abgeleitet werden konnte, so kommen für die Bestimmung der Masse einstweilen nur die Einzelresultate der Königsberger Reihen in Betracht, nämlich:

	a	w. F.
1901	176.628	± 0.031
1902	176.722	0.025
1903	176.708	0.025
1904	176.651	0.026

Zur Reduction auf den definitiven Schraubenwerth p. 17 hat man diese Zahlen um 0.011 zu verkleinern und erhält alsdann bei gleichem Gewicht für die einzelnen Reihen:

$$a = 176.666 \quad \text{w. F. } \pm 0.015.$$

Aus meinen früheren Messungsreihen an den Pulkowaer Refractoren hatte sich für die Elongation von Titan ergeben

am 15-zölligen Refractor 1884–1886, Titan mit Rhea	$a = 176.651$	± 0.024
am 30-zölligen Refractor 1891–1892, Titan mit Saturn	$= 176.639$	± 0.015

Stellt man die hieraus folgenden Werthe für die reciproke Masse des Planeten zusammen, so hat man:

aus den Beobachtungen am 15-zöll. Refr. Pulkowa	$\mu = 3495.7$	± 1.4
30-zöll. Refr.	$= 3496.4$	± 0.9
13-zöll. Refr. Königsberg	$= 3494.8$	± 0.9

oder im Mittel:

$$\mu = 3495.6 \pm 0.6.$$

Bei allen drei Reihen sind die Schraubenwerthe, wie bereits oben hervorgehoben ist, aus gleichartigen Messungen, d. h. aus Distanzen oder δ -Differenzen, welche annähernd der Elongation von Titan gleichkommen, abgeleitet. Es ist daher anzunehmen, daß etwaige systematische Messungsfehler in den Distanzen — wie das auch eine darauf bezügliche Untersuchung am 30-zölligen Refractor in Pulkowa bestätigt hat, cf. Vol. XI p. 239 — auf die Ableitung der Elongation von Titan geringen Einfluß gehabt haben und keinesfalls mehr als ein bis zwei Einheiten im obigen Schlussergebnis ausmachen werden. Daß Bessel's Bestimmung von μ in der That zu groß ist, darauf läßt u. a. auch die aus Bessel's Messungen folgende Jupitersmasse schließen, welche einen Fehler in demselben Sinne zeigt. Andererseits bedürfen die nach der entgegengesetzten Seite ab-

weichenden Bestimmungen von A. Hall, soweit sie auf Distanzmessungen beruhen, einer positiven Correction von etwa 13 Einheiten in μ , um sie auf den später bestimmten, definitiven Schraubenwerth des Washingtoner Refractors zu reduciren, und kommen dann gleichfalls in bessere Übereinstimmung mit dem obigen Werthe.

Die erlangten Resultate seien schliesslich im Folgenden kurz zusammengestellt:

1. Die Annahme eines gröfseren Störungsgliedes langer Periode in der Länge von Titan hat in den vorliegenden Beobachtungen keine Bestätigung gefunden. Die gröfsten früher bemerkten Abweichungen in den Beobachtungsreihen von Jacob haben sich auf eine ungenügende Bearbeitung der betreffenden Beobachtungen zurückführen lassen.

2. Aus der Vergleichung der Längen seit Bessel folgt eine merkliche Vergröfserung der bisher angenommenen mittleren Bewegung des Trabanten, durch welche auch die alten Beobachtungen befriedigend dargestellt werden. In der Darstellung der neueren Epochen tritt in den Abweichungen ein deutlicher Gang hervor, der auf kleine, bisher noch unbekannte Störungen hinweist.

3. Das grofse, aus der Beziehung zu Hyperion folgende Librationsglied von 640tägiger Periode übt auf die Länge von Titan keinen sicher nachweisbaren Einfluss aus. Es läfst sich daraus schliessen, dafs die Masse von Hyperion nur von der Ordnung $0.001 m_T$ ist, also erheblich geringer, als man nach den photometrischen Bestimmungen voraussetzen hätte.

4. Die früher abgeleiteten Bahnelemente H, e, Ω, i und deren Säcularänderungen werden durch die vorliegende Beobachtungsreihe befriedigend dargestellt.

5. In den Verbindungen des Trabanten mit der Planetenscheibe haben sich sowohl in den Messungen der y -Coordinate, wie auch in denjenigen der x -Coordinate systematische Fehler nachweisen lassen, deren Berücksichtigung bei solchen Messungen von grofser Bedeutung ist. Erstere wachsen näherungsweise proportional der Refraction und finden daher in

der durch die atmosphärische Dispersion verursachten verschiedenen Färbung des Nord- und Südrandes des Planeten eine genügende Erklärung.

6. Für die Masse des Planeten folgt aus dieser Beobachtungsreihe ein Werth, welcher mit den früheren aus der Elongation von Titan abgeleiteten Werthen in Einklang steht und sich dem Mittel aus den von verschiedenen Beobachtern erhaltenen älteren Bestimmungen nähert.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.
