Königsberger Meridianbeobachtungen von Mösting A

nebst einigen Bemerkungen über die Greenwicher Mondbeobachtungen.

Von Prof. J. Franz.

[Mit einer Tafel.]

1. Die Beobachtungen.

Nach Ermittlung der Constanten der physischen Libration in den Königsberger Beobachtungen Band 38, Abhandlung I, und nachdem es gelungen war, die Reduction von dem Krater Mösting A auf die Mondmitte praktisch in eine Ephemeride zu bringen, welche seit 1892.0 im Berliner Astronomischen Jahrbuch veröffentlicht ist, hatte ich in den Astr. Nachr. Nr. 2917 den Vorschlag gemacht, die Ortsbestimmungen des Mondes auf Meridianbeobachtungen des Kraters zu gründen. Es geschah dies in der Absicht, die bekannten Schwierigkeiten der Randbeobachtungen zu vermeiden, und in der Hoffnung, möglichst einwandfreie Bestimmungen von Mondörtern mit grösserer innerer Uebereinstimmung und daher von höherem Gewicht zu erhalten, als sie z. B. die Greenwicher Beobachtungen zeigen. Naturgemäss musste es mein Wunsch sein, diese neue Methode durch eigene Beobachtungen zu prüfen. Daher beschloss ich, mindestens ein Jahr hindurch den Krater, so oft es das Wetter erlaubte, zu beobachten, und ich muss sagen, dass die auf die Kraterbeobachtungen gesetzten Hoffnungen sich voll und ganz erfüllt haben.

Während ich sonst mit Heliometerbeobachtungen beschäftigt war, stellte Herr Prof. Peters mir den hiesigen vierzölligen Repsold'schen Meridiankreis von 1842 eine Stunde vor und nach der Mondculmination bereitwilligst zur Verfügung. In dieser Zeit schloss ich den Krater in AR. und Decl. an Sterne des Berliner Jahrbuchs von möglichst gleicher Declination an. Nur im Sommer mussten oft hauptsächlich nördlichere Vergleichsterne gewählt werden, da der Mond bei unserer Polhöhe Zenithdistanzen bis 83° im Meridian erreichte. Der Krater wurde an dem Fadennetz, das anfänglich 27, vom April an nur 20, aber besser gruppirte, verticale Fäden enthielt, ebenso wie die Sterne, registrirt. Da ein beweglicher Horizontalfaden fehlt, die beiden festen Horizontalfäden etwa 15" von einander entfernt sind, und ich diese Distanz für zu weit erachtete, um den Krater in die Mitte zu stellen, so stellte ich, nachdem geklemmt war, den Krater und die Sterne mit dem Schlüssel für Feinbewegung stets auf den unteren oder nördlichen Horizontalfaden. Häufiger noch wurde der Moment beobachtet, in welchem der Krater vermöge der Eigenbewegung des Mondes in Decl. den Faden so überschritt, dass er halbirt wurde. Die vier Mikroskope des

Kreises wurden meist von Herrn Dr. Fritz Cohn, einige Male von Herrn B. Wanach, öfter von mir selbst abgelesen. Nachdem ich bis Febr. 9, wie aus umstehender Tabelle ersichtlich ist, vereinzelte Randantritte gelegentlich registrirt hatte, ohne ihnen irgend welche Wichtigkeit beizulegen, beschloss ich vom April an, den Rand regelmässig in AR. zu beobachten, soweit dazu Zeit blieb, wenn der Krater vollständig registrirt wurde. Nur Aug. 13 wurde die Randbeobachtung vergessen und fehlt daher in der umstehenden Tabelle. Indem ich die übrigen Einzelheiten der Beobachtungen zur Veröffentlichung in den Annalen unserer Sternwarte zurücklasse, gebe ich hier nur noch einige Bemerkungen an, welche den Ausschluss einiger Beobachtungen, deren Mitnahme zum Theil während der Observation schon nicht beabsichtigt wurde, begründen könnten.

Dec. 16 und 19. Diese Beobachtungen sollten, wie ausgesprochen und abgemacht wurde, nur als Vorübungen betrachtet werden. Sie sind daher eigentlich fortzulassen. — Jan. 8 und Febr. 15. Sehr wolkig. Wegen ungenügender Anzahl der Vergleichsterne (vergl. die Tabelle), von denen einige auch nur an wenigen Fäden sichtbar wurden, sehr unsicher. — Febr. 17 in Decl. erst am Rande des Gesichtsfeldes eingestellt, so dass nicht geprüft werden konnte, ob der Krater auf dem Faden blieb. »Höchstens halbes Gewicht.« — März 18. Die Declinationsablesungen nicht zu entwirren, es scheinen öfter die Complementary abgelesen zu sein. — Mai 12. Durch den Rauch eines unmittelbar neben dem Meridian an der Ostseite stehenden Fabrikschornsteins beobachtet. Die Reduction der Einzelfäden des Kraters auf den Mittelfaden deutet laterale Refraction an, die AR. ergiebt sich nämlich aus der ersten Hälfte 0.156 grösser als aus der zweiten. — Oct. 3. Verschiedene Störungen. Stösse an den Declinationsschlüssel. Abfallen des Registrirtasters. — Oct. 29. Krater schwankend, »einige Fäden zu spät«.

2. Die Reductionen.

An den beobachteten Ort des Kraters wurden die Differenzen $\alpha_{\text{C}} - \alpha_{\text{K}}$ und $\delta_{\text{C}} - \delta_{\text{K}}$ nach der Ephemeride im Anhang des Berliner Astronomischen Jahrbuchs für 1894 und 1895 angebracht, nachdem sie für den Meridian von

(Fortsetzung siehe Seite 359.)

Meridian-Beobachtungen

von

Mösting A.

Tag	M. Z. Königsberg	AR. Mösting A	Fä- den	$\alpha - \alpha_K$	AR. Mond	Vgl **	δ app. Mösting A	Parallaxe	$\delta - \delta_K$	Decl. Mond	Vgl **
1891											
Dec. 16	13 ^h 18 ^m 8 ^s .4	6 ^h 59 ^m 27 ^s .73	10	-12 ^s .86	6 ^h 59 ^m 14 ^s .87	8	+26° 9' 14".8	27' 15".9	- 0".4	+26° 36' 30".3	8
19	15 56 42.1	9 50 17.25	23	-11.40	9 50 5.85	6	+18 5 4.2	32 48.2	+ 8.6	+18 38 1.0	5
1892											
Jan. 8	7 21 37.0	2 32 38.83	6	- 9.99	2 32 28.84	1	+12 56 51.0	39 0.0	+ 52.4	+13 36 43.4	3
13	12 1 46.7	7 33 17.20	15	-12.06	7 33 5.14	5	+25 32 42.3	27 29.2	- 1.6	+26 0 9.9	5
19	16 38 26.1	12 34 21.46	19	- 5.62	12 34 15.84	6	- 0 28 42.0	44 19.0	+ 20.3	+ 0 15 57.3	6
Febr. 9	9 53 40.6	7 11 17.20	25	-12.48	7 11 4.72	6	+26 4 51.1	26 54.1	- 2.8	+26 31 42.4	4
14	13 54 33.6	11 32 32.73	23	- 7.75	11 32 24.98	8	+ 7 2 33.3	40 2.9	+ 16.8	+ 7 42 53.0	8
15	14 34 45.2	12 16 47.39	26	- 6.17	12 16 41.22	2	+ 1 30 53.5	43 12.7	+ 21.6	+ 2 14 27.8	1
17	15 53 58.3	13 44 6.49	6	- 2.76	13 44 3.73	4	- 9 27 37.1	48 32.4	+ 36.5	- 8 38 28.2	4
März 18	15 59 46.1	15 48 12.18	24	+ 1.18	15 48 13.36	3	-21 58				
19	16 48 8.7	16 40 38.94	22	+ 2.31	16 46 41.25	6	-25 15 27.7	54 4.6	+103.8	-24 19 39.3	6
20	17 39 59.7	17 36 35.01	9	+ 2.82	17 36 37.83	5	-27 23 56.5	55 4.9	+127.9	-26 26 43.7	5
April 5	7 33 31.0	8 31 31.52	20	-14.30	8 31 17.22	5	+23 40 24.6	28 37.1	+ 5.2	+24 9 6.9	4
6	8 23 6.7	9 25 13.85	20	-13.20	9 25 0.65	5	+20 9 17.2	31 8.7	+ 12.0	+20 40 37.9	4
9	10 32 27.0	11 46 43.19	20	- 8.57	11 46 34.62	6	+ 5 17 26.4	40 55.7	+ 27.7	+ 5 58 49.8	6
10	11 11 55.4	12 30 14.79	20	- 6.88	12 30 7.91	5	- 0 18 39.0	44 3.3	+ 33.6	+ 0 25 57.9	5
13	13 12 59.0	14 43 27.76	15	- 1.77	14 43 25.99	6	-16 21 8.6	51 1.6	+ 64.3	-15 29 2.7	6
14	13 57 9.4	15 31 42.13	20	- 0.24	15 31 41.89	8	-20 47 37.4	52 28.3	+ 80.6	-19 53 48.5	7
Mai 6	8 31 53.7	11 32 17.21	18	-10.01	11 32 7.20	3	+ 7 8 54.8	39 54.6	+ 31.1	+ 7 48 20.5	3
7	9 11 34.4	12 16 1.01	20	- 8.29	12 15 52.72	4	+ 1 34 57.4	43 5.3	+ 36.6	+ 2 18 39.3	4
8	9 50 42.5	12 59 12.11	20	- 6.54	12 59 5.57	5	- 4 2 10.5	45 58.7	+ 43.4	- 3 15 28.4	8
9	10 30 20.9	13 42 53.57	20	- 4.83	13 42 48.74	6	- 9 32 9.9	48 28.4	+ 52.3	- 8 42 49.2	6
10	11 11 28.5	14 28 4.30	20	- 3.18	14 28 1.12	8	-14 44 1.8	50 31.8	+ 64.1	-13 52 25.9	6
12	12 41 26.9	16 6 10.74	20	- 0.45	16 6 10.29	8	-23 21 44.0	53 19.4	+ 97.0	-22 26 47.6	7
15	15 18 28.9	18 55 27.88	19	+ 0.31	18 55 28.19	6	-28 10 51.6	55 24.9	+156.7	-27 12 50.0	6
Juni 7	9 51 33.5	14 58 20.04	19	- 2.74	14 58 17.30	8	-17 50 30.1	51 43.7	+ 76.6	-16 57 29.8	9
8	10 37 7.8	15 47 58.35	18	- 1.48	15 47 56.87	9	-22 4 39.2	53 6.3	+ 93.1	-21 59 59.8	8
10	12 18 29.1	17 37 29.27	19	- 0.37	17 37 28.90	8	-27 31 50.5	54 53.7	+131.9	-27 34 44.9	9
Juli 5	8 31 3.4	15 28 0.31	11	- 1.97	15 27 58.34	9	-20 36 55.7	52 41.3	+ 88.8	-19 42 45.6	9
8	11 4 31.5	18 13 43.20	17	- 0.76	18 13 42.44	7	-28 8 53.5	55 33.1	+144.6	-27 10 55.6	6
9	12 0 51.9	19 14 9.25	17	- 1.62	19 14 7.63	6	-27 49 28.4	56 6.3	+159.2	-26 50 42.9	7
10	12 57 15.4	20 14 38.59	19	- 2.84	20 14 35.75	9	-25 51 37.7	56 23.0	+167.0	-24 52 27.7	9
Aug. 3	7 59 48.0	16 50 59.87	20	- 0.17	16 50 59.70	8	-26 6 51.1	54 24.5	+120.1	-25 10 26.5	7
13	16 46 31.8	2 18 35.41	16	- 8.73	2 18 26.68	7	+12 44 28.7	39 31.5	+ 37.7	+13 24 37.9	6
Sept. 5	11 16 10.0	22 18 0.39	20	- 4.48	22 17 55.91	9	-16 39 26.4	56 2.8	+161.7	-15 40 41.9	7
7	12 58 27.0	0 8 27.22	19	- 6.94	0 8 20.28	9	- 3 26 11.2	51 2.2	+109.4	- 2 33 19.6	8
Oct. 3	9 53 20.8	22 45 21.37	20	- 3.47	22 45 17.90	7	-13 47 9.1	55 13.8	+162.3	-12 49 12.0	8
4	10 44 15.8	23 40 21.09	20	- 4.70	23 40 16.39	7	- 7 6 18.5	52 59.1	+136.6	- 6 11 2.8	8
5	11 35 4.3	0 35 14.31	20	- 5.95	0 35 8.36	6	+ 0 6 48.5	49 25.5	+102.6	+ 0 57 56.6	6
9	15 17 42.5	4 34 15.02	17	-12.54	4 34 2.48	6	+24 21 16.0	30 6.1	- 19.8	+24 51 2.3	5
29	6 50 6.6	21 24 7.43	19	- 0.93	21 24 6.50	7	-21 44 55.8	55 33.2	+181.9	-20 46 20.7	6
31	8 30 22.4	23 12 32.64	20	- 2.42	23 12 30.22	8	-10 37 17.5	53 39.7	+158.6	- 9 40 59.2	6
Nov. 1	9 19 47.1	0 6 1.96	14	- 3.35	0 5 58.61	9	- 3 47 3.6	51 5.6	+132.2	- 2 53 45.8	6
Dec. 31	10 21 12.6	5 4 10.92	7	- 7.63	5 4 3.29	4	+25 43 59.3	29 3.6	- 20.4	+26 12 42.5	4
1893											
Jan. 1	11 26 10.1	6 13 15.65	19	-10.11	6 13 5.54	5	+27 13 6.2	27 34.5	- 27.3	+27 40 13.4	4
4	14 27 40.9	9 27 5.78	19	-13.87	9 26 51.91	3	+19 40 14.4	33 9.5	+ 18.5	+20 13 42.4	3
5	15 18 3.1	10 21 32.93	16	-13.33	10 21 19.60	4	+14 28 56.0	36 44.8	+ 38.6	+15 6 19.4	3
7	16 46 28.8	11 58 6.22	19	-11.11	11 57 55.11	7	+ 2 46 52.2	43 33.9	+ 68.8	+ 3 31 34.9	4

Vergleichung mit dem Nautical Almanac
und
Mondrand.

Tag	Beobachtung minus Rechnung										Mondrand			
	$\Delta\alpha$	$\Delta\delta$	$\Delta\lambda_0$	Phase	$\Delta\lambda$	v_λ	v_λ'	$\Delta\beta$	v_β	v_β'	Rd.	AR. des Randes	Fd.	Bb. — N. A.
1891														
Dec. 16	—0.04	+1.9	—0.7	0.0	—0.7	—	—0.7	+1.8	—	+1.8	II	7 ^h 0 ^m 27.44	7	—0.12
19	—0.20	+4.2	—4.1	+0.2	—3.9	—	—2.7	+3.0	—	+2.4	—	—	—	—
1892														
Jan. 8	—0.05	+0.7	—0.5	—0.3	—0.8	—	—3.1	+0.9	—	+1.7	I	2 31 19.76	3	0.00
13	+0.04	+0.9	+0.4	0.0	+0.4	—0.2	—0.3	+1.0	+1.0	+0.8	I	7 31 52.49	5	—0.38
19	—0.08	+0.7	—1.4	+0.3	—1.1	+0.5	+0.4	+0.2	—0.5	—0.7	—	—	—	—
Febr. 9	+0.01	+1.9	—0.1	—0.2	—0.3	—2.0	—2.0	+1.9	+2.0	+1.8	I	7 9 52.17	3	—0.07
14	—0.01	+0.5	—0.3	0.0	—0.3	+0.1	0.0	+0.4	—0.2	—0.4	—	—	—	—
15	—0.08	—0.9	—0.7	+0.1	—0.6	—	+0.2	—1.3	—	—2.2	—	—	—	—
17	—0.01	+3.3	—1.3	+0.2	—1.1	—	+0.3	+3.0	—	+2.2	—	—	—	—
März 18	—0.03	—	—0.4	+0.2	—0.2	—	+1.3	—	—	—	—	—	—	—
19	—0.07	—0.5	—0.9	+0.3	—0.6	+1.2	+1.1	—0.6	—1.1	—1.0	—	—	—	—
20	—0.14	—0.5	—1.9	+0.3	—1.6	+0.3	+0.2	—0.6	—0.9	—0.8	—	—	—	—
April 5	+0.19	0.0	+2.5	—0.3	+2.2	—0.1	—0.1	+0.6	+0.4	+0.2	I	8 30 7.08	7	+0.18
6	+0.15	—0.5	+2.2	—0.3	+1.9	—0.3	—0.3	+0.2	—0.1	—0.4	I	9 23 53.29	12	+0.10
9	+0.13	+0.4	+1.6	—0.1	+1.5	+0.1	0.0	+1.1	+0.4	+0.2	I	11 45 33.04	13	+0.10
10	+0.15	—0.1	+2.1	0.0	+2.1	+1.1	+1.1	+1.0	+0.3	+0.1	I	12 29 6.85	13	+0.06
13	—0.02	+0.8	0.0	0.0	0.0	+0.4	+0.3	+0.8	+0.1	+0.1	II	14 44 29.14	10	—0.15
14	0.00	+0.9	—0.2	+0.1	—0.1	+0.7	+0.6	+0.9	+0.3	+0.3	II	15 32 47.10	10	—0.04
Mai 6	+0.25	—1.3	+3.9	—0.3	+3.6	+1.5	+1.5	+0.3	—0.4	—0.6	I	11 31 4.90	13	+0.04
7	+0.25	—0.4	+3.6	—0.2	+3.4	+1.5	+1.5	+1.1	+0.4	+0.2	I	12 14 51.46	13	+0.17
8	+0.16	+1.1	+1.8	—0.1	+1.7	+0.1	+0.1	+1.9	+1.1	+1.0	I	12 58 4.51	13	+0.16
9	+0.11	—1.2	+1.9	—0.1	+1.8	+0.6	+0.6	—0.5	—1.2	—1.3	I	13 41 46.97	13	—0.01
10	—0.03	0.0	—0.4	0.0	—0.4	—1.2	—1.2	—0.1	—0.8	—0.8	I	14 26 58.12	13	—0.08
12	+0.23	+0.9	+2.9	0.0	+2.9	—	+3.0	+1.4	—	+0.9	II	16 7 17.01	7	+0.06
15	—0.17	+1.4	—2.1	+0.2	—1.9	+0.6	—0.7	+1.5	+1.4	+1.6	II	18 56 39.77	9	—0.14
Juni 7	+0.22	—0.2	+3.0	—0.1	+2.9	+1.5	+1.5	+0.7	+0.1	+0.1	I	14 57 12.98	13	+0.15
8	+0.17	+0.6	+2.2	0.0	+2.2	+1.2	+1.2	+1.1	+0.5	+0.6	I	15 46 50.36	12	+0.04
10	+0.01	0.0	+0.1	0.0	+0.1	+0.1	0.0	0.0	—0.3	—0.1	II	17 38 39.41	9	—0.02
Juli 5	+0.12	+0.1	+1.4	—0.2	+1.2	—0.7	—0.7	+0.5	—0.1	0.0	I	15 26 52.54	6	—0.05
8	+0.01	—0.3	+0.1	0.0	+0.1	—0.7	—0.7	—0.3	—0.4	—0.2	I	18 12 30.49	8	—0.13
9	—0.10	+1.6	—1.1	0.0	—1.1	—1.5	—1.5	+1.8	+1.8	+2.0	I	19 12 55.09	10	—0.23
10	—0.14	—1.4	—1.6	0.0	—1.6	—1.4	—1.4	—0.9	—0.7	—0.5	II	20 15 47.22	7	—0.42
Aug. 3	+0.15	+0.8	+1.9	—0.2	+1.7	—0.3	—0.3	+1.0	+0.6	+0.8	I	16 49 50.41	11	+0.11
13	—0.21	—2.0	—3.5	+0.3	—3.2	—1.5	—1.6	—0.9	—0.2	—0.2	—	—	—	—
Sept. 5	+0.01	+0.8	+0.4	0.0	+0.4	—0.3	—0.4	+0.7	+1.3	+1.5	I	22 16 45.56	12	—0.21
7	—0.03	—1.5	—1.0	0.0	—1.0	—0.8	—0.8	—1.2	—0.5	—0.3	II	0 9 28.15	7	—0.34
Oct. 3	+0.33	+0.9	+4.8	—0.1	+4.7	—	+3.3	—1.0	—	—0.2	I	22 44 8.45	12	+0.23
4	+0.18	+0.6	+2.7	0.0	+2.7	+1.7	+1.7	—0.5	+0.1	+0.4	I	23 39 7.27	6	+0.06
5	+0.01	—0.6	—0.1	0.0	—0.1	—0.6	—0.7	—0.6	+0.2	+0.3	I	0 33 59.24	4	+0.25
9	—0.21	—1.3	—3.0	+0.1	—2.9	—1.7	—1.8	—0.8	—0.4	—0.6	II	4 34 17.31	7	—0.19
29	+0.27	—1.2	+3.2	—0.3	+2.9	—	+0.7	—2.6	—	—1.9	I	21 22 56.80	10	+0.09
31	+0.16	+0.6	+2.4	—0.2	+2.2	+0.3	+0.3	—0.4	+0.3	+0.5	I	23 11 21.97	13	+0.10
Nov. 1	+0.03	—1.2	—0.1	—0.1	—0.2	—1.8	—1.8	—1.3	—0.6	—0.4	I	0 4 50.28	12	+0.09
Dec. 31	+0.08	—2.2	+0.9	—0.1	+0.8	—0.4	—0.5	—2.3	—2.1	—2.2	I	5 2 46.12	11	+0.39
1893														
Jan. 1	+0.09	+1.2	+1.2	0.0	+1.2	+0.4	+0.3	+1.2	+1.3	+1.0	I	6 11 47.25	13	+0.16
4	—0.02	—0.2	—0.2	0.0	—0.2	+0.3	+0.3	—0.3	—0.7	—1.0	II	9 28 1.50	5	—0.15
5	+0.06	+2.0	+0.1	+0.1	+0.2	+1.2	+1.1	+2.2	+1.7	+1.4	II	10 22 25.91	8	—0.16
7	—0.06	+0.9	—0.5	+0.2	—0.3	+1.3	+1.2	+1.2	+0.5	+0.3	II	11 58 57.47	6	—0.06

Königsberg interpolirt waren, und an sie die dort angegebene Variation für $+3^{\circ}24'$ Breitendifferenz angebracht war. Da aber bei der grossen Nähe des Mondes die Parallaxe des Mondmittelpunktes in AR. während der Culmination des Kraters oft merklich ist, so wurde noch die Correction

$$(\alpha_{\zeta} - \alpha_K) [\cos \delta' \sec \delta (1 - \rho \sin p \cos (\varphi' - \delta)) - 1]$$

an $\alpha_{\zeta} - \alpha_K$ angebracht, wo δ die wahre, δ' die scheinbare mit Parallaxe behaftete Declination des Mondes, p seine Horizontalaequatorealparallaxe, ρ der Erdhalbmesser des Beobachtungsortes dividirt durch den Aequatorhalbmesser und φ' die geocentrische Breite ist. Diese Correction ist, wie ich für die Beobachter des Kraters bemerke, nur an die Beobachtungen bis zum 1. Januar 1894 anzubringen, da sie von dieser Zeit an schon in der Ephemeride für $\alpha_{\zeta} - \alpha_K$ enthalten ist.

Um die in $\delta_{\zeta} - \delta_K$ enthaltene Differenz der Parallaxen des Kraters und der Mondmitte zu berücksichtigen, ist die in der umstehenden Tabelle angegebene und hier anzuwendende Parallaxe in Decl. mit dem Argument der Monddeclination, nicht dem der Kraterdeclination berechnet. Diese Regel ist bis zum 1. Januar 1895 zu befolgen. Denn da von dieser Zeit an nach der in den Astr. Nachr. Nr. 3241 vorgeschlagenen, verbesserten Methode die von Differentialparallaxe freien Werthe von $\alpha_{\zeta} - \alpha_K$ und von $\delta_{\zeta} - \delta_K$ in die Ephemeride aufgenommen werden, so ist von 1895 an die Parallaxe in Declination mit der Kraterdeclination als Argument zu berechnen.

Zur Vergleichung der Beobachtungen mit der Theorie interpolirte ich den Mondort für die Beobachtungszeit, also für die Culminationszeit des Kraters aus der stündlichen Ephemeride des Nautical Almanac. Diese war für unseren Zweck der Transit-Ephemeride mit der Ueberschrift »Moon-culminating Stars« vorzuziehen, weil die Beobachtungszeit von der Culminationszeit der Mondmitte verschieden ist, weil ferner bei der grossen Längendifferenz zwischen Königsberg und Greenwich die in der Transit-Ephemeride angegebenen »Variations of Moon's RA. and Decl. in 1 hour of Longitude« nicht mehr ganz die genügende Präcision besitzen, und weil endlich die Transit-Ephemeride offenbar aus der stündlichen abgeleitet ist und die Interpolation aus der Originalephemeride grössere Schärfe verspricht. Für den beobachteten Mondrand und zur Controlle berechnete ich den Mondort aber auch aus der Transit-Ephemeride und wenn ich in der letzten Stelle kleine Unterschiede erhielt, brachte ich die Differenz: Stündliche Ephemeride minus Transit-Ephemeride an den aus der letzteren berechneten Mondort zur Vergleichung der Randbeobachtungen an.

Die aus den Kraterbeobachtungen erhaltenen Rectascensions- und Declinationsdifferenzen $\Delta\alpha$ und $\Delta\delta$ im Sinne Beobachtung — Rechnung verwandelte ich alsdann mit Hülfe der in den Greenwicher Beobachtungen von 1836, Appendix II gegebenen Tafeln in Längen- und Breitendifferenzen $\Delta\lambda_0$ und $\Delta\beta$ in Bezug auf die Ekliptik. Als dann wurde der Einfluss der Phase auf die scheinbare Länge des Kraters herrührend von seitlicher Beleuchtung nach den Astr. Nachr. Nr. 3260 an $\Delta\lambda_0$ angebracht und so $\Delta\lambda$ gefunden.

Schliesst man die als unsicher bezeichneten Beobachtungen aus, so wird, wenn die Klammern Summenzeichen bedeuten,

$$[\Delta\lambda^2] = 109.62, \text{ mittl. Gesamtfehler einer Beob. } \pm 1''.677$$

$$[\Delta\beta^2] = 43.04, \text{ » » » » } \pm 1''.051$$

Nimmt man dagegen alle Beobachtungen ohne Kritik mit gleichem Gewicht, so ist

$$[\Delta\lambda^2] = 166.48, \text{ mittl. Gesamtfehler einer Beob. } \pm 1''.862$$

$$[\Delta\beta^2] = 76.50, \text{ » » » » } \pm 1''.276$$

3. Discussion.

Ueberblickt man die erhaltenen Werthe $\Delta\lambda$, so erkennt man sofort, dass sie am Anfang der einzelnen Lunationen vorzugsweise positiv, gegen Ende derselben meist negativ sind. Die den Hansen'schen Mondtafeln zu Grunde liegende parallaktische Gleichung erfordert also eine Correction. Nennt man x die Correction der Mondlänge, die wir für den Zeitraum der Beobachtungsreihe als constant betrachten können, und y die Correction der parallaktischen Gleichung, so liefert jede Beobachtung eine Gleichung von der Form

$$x + y \sin d - \Delta\lambda = 0,$$

wo d die Differenz der wahren Längen des Mondes und der Sonne ist.

Schliesst man die als unsicher oben bezeichneten Beobachtungen aus, so liefert die Methode der kleinsten Quadrate folgende Normalgleichungen:

$$39.00 x - 4.17 y - 17.40 = 0$$

$$- 4.17 x + 14.741 y + 31.83 = 0$$

mit den Auflösungen:

$$x = +0''.222 \pm 0''.167 \text{ mittl. Fehler, Gewicht } 37.8$$

$$y = -2.097 \pm 0.272 \text{ » » » } 14.3$$

Berechnet man mit diesen Werthen von x und y die einzelnen $\Delta\lambda$, um zu prüfen, wie weit sie durch die Form $x + y \sin d$ dargestellt werden, so bleiben im Sinne Beobachtung minus Rechnung die Fehler v_λ in obiger Tabelle übrig. Es ist $[v_\lambda^2] = 39.44$ und damit genügend übereinstimmend die bekannte Summencontrollgrösse $[n n_2] = 39.02$. Endlich ergibt sich der mittlere Fehler einer

$$\text{Beobachtung der Mondlänge} = \sqrt{\frac{39.02}{39 - 2}} = \pm 1''.027.$$

Nun hat Newcomb in der Abhandlung »Investigation of the Distance of the Sun and the Elements which depend upon it« in den Washingtoner Beobachtungen von 1865, Appendix II, Seite 23 gezeigt, dass, wenn man in Hansen's Tables de la Lune die nach der mittleren Anomalie entwickelten und dort angewandten Glieder nach der wahren Länge entwickelt, das Hauptglied der parallaktischen Gleichung, auf das es hier allein ankommt, den Coefficienten $126''.46$ hat. Fügen wir hierzu den gefundenen Werth von y , so erhalten wir für die parallaktische Gleichung

Der Mond im astronomischen Fernrohr.

Zunehmende Phase.

Abnehmende Phase.

Der Krater „Mösting A“ ist mit weissen Pfeilen bezeichnet.

$$Q = 124''363 \pm 0''272 \text{ mittl. Fehler.}$$

Um hieraus die Sonnenparallaxe abzuleiten, wenden wir die von Harkness in seinem Werke »On the Solar Parallax and its related Constants« in den Washingtoner Beobachtungen für 1883, Appendix III gegebenen Hilfsgrössen an. Er fand dort Seite 140 die Parallaxe des Mondes $P = 3422''542$, die reciproke Mondmasse $1:M = 81.068$ und aus seiner auf Seite 122 gegebenen Gleichung

$$p = [5.3031248 - 10] P Q \frac{1+M}{1-M}$$

findet sich die Sonnenparallaxe

$$p = 8''768 \pm 0''021 \text{ mittl. Fehler,}$$

wo bei der Berechnung des mittleren Fehlers die Unsicherheit der Harkness'schen Hilfsgrössen, welche freilich von geringem Einfluss ist, mit berücksichtigt wurde.

Nimmt man dagegen alle Beobachtungen, auch die unsicheren, mit gleichem Gewicht, so erhält man die Normalgleichungen

$$\begin{aligned} 48.00 x - 3.39 y - 20.6 &= 0 \\ - 3.39 x + 19.135 y + 40.11 &= 0 \end{aligned}$$

$$\text{Correction der Mondlänge für } 1892.5 = +0''254 \pm 0''179 \text{ m. F.}$$

$$\text{Parallaktische Gleichung } Q = 124''389 \pm 0''287 \text{ m. F.}$$

$$\text{Sonnenparallaxe } p = 8''770 \pm 0''022 \text{ m. F.,}$$

also $0''039$ kleiner als der von Harkness gefundene Werth.

Selbstverständlich beansprucht diese Bestimmung aus einer nur einjährigen Beobachtungsreihe nicht als endgültig betrachtet zu werden. Aber fortgesetzte Beobachtungen des Kraters werden hoffentlich die parallaktische Gleichung mit grösserer Sicherheit bestimmen und nicht nur die Correction der Länge, sondern auch Verbesserungen der anderen Elemente der Mondbahn finden lassen.

Aus den Unterschieden Beob. — Rechn. in Breite, $\Delta\beta$ hier genannt, kann man Correctionen für Knoten Ω und Neigung i der Mondbahn gegen die Ekliptik herleiten. Jede Beobachtung giebt, wenn λ die Mondlänge ist, eine Gleichung der Form

$$\sin(\lambda - \Omega) \Delta i - \cos(\lambda - \Omega) \sin i \Delta \Omega - \Delta \beta = 0$$

Ohne die unsicheren Beobachtungen erhält man die Normalgleichungen

$$18.15 \Delta i + 1.26 \sin i \Delta \Omega - 7.47 = 0$$

$$1.26 \Delta i + 20.85 \sin i \Delta \Omega - 14.21 = 0$$

woraus folgt

$$\Delta i = +0''366 \pm 0''215 \text{ m. F., Gew. } 18.07$$

$$\sin i \Delta \Omega = +0''659 \pm 0''201 \text{ m. F., Gew. } 20.76$$

$$\Delta \Omega = +7''36 \pm 2''23 \text{ m. F.,}$$

da $i = 5^\circ 1$ ist.

Die Quadratsumme der übrigbleibenden Fehler $[v_p^2] = 30.38$ stimmt, soweit es sich erwarten lässt, überein mit der Controllzahl $[nn_2] = 30.94$ und es ist der mittlere Fehler einer Beobachtung

$$= \sqrt{\frac{30.94}{39 - 2}} = \pm 0''914.$$

woraus

$$x = +0''285 \pm 0''190 \text{ mittl. Fehler, Gew. } 47.4$$

$$y = -2''046 \pm 0''301 \text{ » » » } 18.9$$

Die Quadratsumme der bei der Darstellung übrigbleibenden Fehler v_λ' (vergl. die obige Tabelle), $[v_\lambda'^2] = 78.81$ stimmt genügend überein mit der Controllgrösse $[nn_2] = 78.56$ und es wird der mittlere Fehler einer Beobachtung $\sqrt{\frac{78.56}{48 - 2}} = \pm 1''307$.

Aus y findet sich die parallaktische Gleichung

$$Q = 124''414 \pm 0''301 \text{ mittl. Fehler}$$

und nach der obigen Rechnungsweise die Sonnenparallaxe

$$p = 8''771 \pm 0''023 \text{ mittl. Fehler.}$$

Beide Lösungen unterscheiden sich sehr wenig von einander, wie auch die v_λ und v_λ' fast identisch sind. Deshalb adoptiren wir das Mittel beider und erhalten:

Nimmt man dagegen wieder sämtliche Beobachtungen mit, so werden die Normalgleichungen

$$22.3 \Delta i + 2.15 \sin i \Delta \Omega - 15.79 = 0$$

$$2.15 \Delta i + 24.7 \sin i \Delta \Omega - 16.25 = 0$$

woraus

$$\Delta i = +0''650 \pm 0''238 \text{ m. F., Gew. } 22.1$$

$$\sin i \Delta \Omega = +0''601 \pm 0''226 \text{ m. F., Gew. } 24.5$$

$$\Delta \Omega = +6''71 \pm 2''52 \text{ m. F.}$$

Dabei ist, wenn v_p' die übrigbleibenden Fehler sind, $[v_p'^2] = 56.44$ und $[nn_2] = 56.46$. Endlich mittl. Fehler

$$\text{einer Beobachtung} = \sqrt{\frac{56.46}{47 - 2}} = \pm 1''120.$$

Nehmen wir auch hier das Mittel beider Lösungen, so wird

$$\Delta i = +0''51 \pm 0''23, \Delta \Omega = +7''0 \pm 2''4.$$

Die abgeleiteten Correctionen für Länge und Neigung sind klein und auch die des Knotens ist wegen der geringen Neigung ohne grösseren Einfluss auf den Ort des Mondes. Dagegen ist die Correction der parallaktischen Gleichung hinsichtlich ihrer Realität zu verbürgen, und der zu gross angenommene Werth dieser Gleichung bildet den auffälligsten Fehler der Mondephemeride.

4. Die Greenwicher Mondbeobachtungen.

Die grösste und umfassendste Beobachtungsreihe von Mondörtern, die wir besitzen, verdanken wir der Sternwarte zu Greenwich, und es ist dem dort gesammelten

Beobachtungsmaterial, entsprechend der grossen darauf verwendeten Arbeitsmenge, eine sehr hohe Bedeutung beizulegen. Aber in den Reductionen dieser Ortsbestimmungen verrathen sich doch die Spuren der systematischen und der zufälligen Fehler, die daher rühren, dass man bisher den Umriss des Mondes als Beobachtungsobject genommen hat. Die systematischen Fehler sind oft in den Monthly Notices of the R. A. S. besonders von E. J. Stone, Neison und Campbell besprochen worden. Um die zufälligen Fehler zu beurtheilen, muss man die innere Uebereinstimmung der Beobachtungen untersuchen. In dem zuletzt erschienenen Bande der Greenwicher Beobachtungen von 1890 ist der mittlere Gesamtfehler einer Beobachtung

$$\text{im Meridian in Länge } \sqrt{\frac{553.18}{96}} = \pm 2''.400$$

$$\text{in Breite } \sqrt{\frac{211.34}{96}} = \pm 1''.484$$

$$\text{im Altazimuth in Länge } \sqrt{\frac{741.87}{64}} = \pm 3''.405$$

$$\text{in Breite } \sqrt{\frac{729.71}{64}} = \pm 3''.377$$

Dass auch die vorhergehenden Jahre mittlere Fehler derselben Ordnung enthalten, erkennt man, wenn man die grössten Abweichungen im Sinne Rechnung — Beobachtung seit der Verbesserung der Mondephemeride durch Newcomb ohne die ausgeschlossenen Beobachtungen zusammenstellt:

$$g_{\lambda} = \pm 1''.677, \quad g_{\lambda}^2 = 2.8108; \quad g_{\beta} = \pm 1''.105, \quad g_{\beta}^2 = 1.1036$$

$$b_{\lambda} = \pm 1''.027, \quad b_{\lambda}^2 = 1.0546; \quad b_{\beta} = \pm 0''.914, \quad b_{\beta}^2 = 0.8362$$

$$\text{also ist: } e_{\lambda} = \pm 1''.325, \quad e_{\lambda}^2 = 1.7562; \quad e_{\beta} = \pm 0''.517, \quad e_{\beta}^2 = 0.2674$$

Nun war für die Greenwicher Meridianbeobachtungen von 1890

$$g_{\lambda} = \pm 2''.400, \quad g_{\lambda}^2 = 5.7623; \quad g_{\beta} = \pm 1''.484, \quad g_{\beta}^2 = 2.2015$$

$$\text{also wird: } b_{\lambda} = \pm 2''.002, \quad b_{\lambda}^2 = 4.0061; \quad b_{\beta} = \pm 1''.391, \quad b_{\beta}^2 = 1.9341$$

Setzt man also das Gewicht einer Greenwicher Meridianbeobachtung gleich Eins, so wird das Gewicht einer Kraterbeobachtung

$$\text{in Länge} = 4.0061 : 1.0546 = 3.799$$

$$\text{in Breite} = 1.9341 : 0.8362 = 2.313$$

Addirt man die Gewichte für Länge und Breite, so hat man für Greenwich 2, für Königsberger Kraterbeobachtungen 6.112, oder ein 3.056 mal so grosses Gewicht.

Für die Greenwicher Altazimuthbeobachtungen von 1890 war

$$g_{\lambda} = \pm 3''.405, \quad g_{\lambda}^2 = 11.5917; \quad g_{\beta} = \pm 3''.377, \quad g_{\beta}^2 = 11.4017$$

mit den obigen Werthen von e_{λ} und e_{β} wird nun

$$b_{\lambda} = \pm 3''.136, \quad b_{\lambda}^2 = 9.8355; \quad b_{\beta} = \pm 3''.337, \quad b_{\beta}^2 = 11.1343$$

Setzt man das Gewicht einer Greenwicher Altazimuthbeobachtung gleich Eins, so wird das Gewicht einer Kraterbeobachtung im Meridian

$$\text{in Länge} = 9.8355 : 1.0546 = 9.326$$

$$\text{in Breite} = 11.1343 : 0.8362 = 13.012$$

Eine Meridianbeobachtung des Kraters in beiden Coordinaten hat also das 11.169 fache Gewicht einer entsprechenden Altazimuthbeobachtung der Ränder.

	Im Meridian		Im Altazimuth	
	$\Delta\lambda$	$\Delta\beta$	$\Delta\lambda$	$\Delta\beta$
1883	+5''.72	−5''.33	+10''.0	+8''.1
1884	+6''.70	−4''.95	−7''.2	+8''.8
1885	−7''.38	−4''.71	−7''.0	+7''.8
1886	+5''.52	−3''.99	−9''.6	+6''.5
1887	−5''.79	−5''.07	+9''.2	−7''.9
1888	+5''.73	−5''.90	+9''.1	−6''.5
1889	+6''.43	−4''.67	+10''.9	+9''.5
1890	+7''.71	−3''.62	−6''.9	+9''.8

Man erkennt hieraus, wie sehr die Mondbeobachtungen hinsichtlich der Präcision hinter den anderen modernen astronomischen Beobachtungen zurückgeblieben sind.

Die obigen mittleren Fehler nannten wir Gesamtfehler, weil sie die Fehler der Ephemeride ausser den eigentlichen Beobachtungsfehlern enthalten. Ist g der mittl. Gesamtfehler, e der mittl. Fehler der Ephemeride und b der mittlere eigentliche Beobachtungsfehler, so hat man

$$g^2 = e^2 + b^2.$$

Zur Bestimmung von e für jede Coordinate bleibt uns nichts übrig, als auf die Königsberger Beobachtungen zurückzugehen und aus ihnen

$$e = \sqrt{g^2 - b^2}$$

zu berechnen. Wir hatten oben ohne die auszuschliessenden Beobachtungen

Will man ebenso sämtliche Königsberger Kraterbeobachtungen, indem auch die ausgeschlossenen volles Gewicht erhalten, mit den Greenwicher Beobachtungen vergleichen (obwohl dies vielleicht nicht ganz berechtigt ist, da in Greenwich auch Beobachtungen ausgeschlossen sind), so erhält man für die Königsberger Beobachtungen

$$\begin{aligned} g_{\lambda} &= \pm 1''.862, & g_{\lambda}^2 &= 3.4683; & g_{\beta} &= \pm 1''.276, & g_{\beta}^2 &= 1.6277 \\ b_{\lambda} &= \pm 1''.307, & b_{\lambda}^2 &= 1.7078; & b_{\beta} &= \pm 1''.120, & b_{\beta}^2 &= 1.2547 \\ \text{also } e_{\lambda} &= \pm 1''.327, & e_{\lambda}^2 &= 1.7605; & e_{\beta} &= \pm 0''.611, & e_{\beta}^2 &= 0.3730 \end{aligned}$$

Für die Greenwicher Meridianbeobachtungen folgt aus den obigen g_{λ} und g_{β} mit diesen e_{λ} und e_{β}

$$b_{\lambda} = \pm 2''.000, \quad b_{\lambda}^2 = 4.0018; \quad b_{\beta} = \pm 1''.352; \quad b_{\beta}^2 = 1.8285$$

Setzt man wieder das Gewicht einer Greenwicher Meridianbeobachtung von 1890 gleich Eins, so wird das Gewicht einer Kraterbeobachtung

$$\text{in Länge} = 4.0018 : 1.7078 = 2.343$$

$$\text{in Breite} = 1.8285 : 1.2547 = 1.457$$

$$\text{das relative Gewicht der vollständigen Beobachtung} = 1.900$$

Für die Altazimuthbeobachtungen wird

$$b_{\lambda} = \pm 3''.135, \quad b_{\lambda}^2 = 9.8312; \quad b_{\beta} = \pm 3''.321, \quad b_{\beta}^2 = 11.0287$$

Setzt man wieder das Gewicht einer Altazimuthbeobachtung gleich Eins, so wird das Gewicht einer Beobachtung des Kraters

$$\text{in Länge} = 9.8312 : 1.7078 = 5.757$$

$$\text{in Breite} = 11.0287 : 1.2547 = 8.790$$

$$\text{in der vollständigen Beobachtung} = 7.273$$

Wir ziehen hieraus folgende Schlüsse. Mag man nun annehmen, dass eine Kraterbeobachtung 3 mal oder 2 mal so viel Werth hat, wie eine Meridianbeobachtung des Randes und 11 mal oder 7 mal so viel wie eine Beobachtung von Höhe und Azimuth immer verschiedener Randpunkte, jedenfalls ist die Ueberlegenheit der Kraterbeobachtungen über die Randbeobachtungen klar. Der geringe Werth der Altazimuthbeobachtungen im Vergleich zu den Meridianbeobachtungen scheint schon längst erkannt zu sein, da seit Juli 1882 dieselben auf die Zeit vor dem ersten und nach dem letzten Viertel beschränkt wurden. Dabei bereitet sowohl die Beobachtung im Altazimuth als auch ihre Berechnung erheblich grössere Mühe als die Meridianbeobachtungen. Endlich ist die Beobachtung des Mondes, wenn er eine schmale Sichel ist, für die Theorie von keinem besonderen Werthe, weil im Laufe der Zeit die Maxima aller Ungleichheiten der Mondbahn und die günstigsten Stellungen zur Bestimmung der verschiedenen Elemente immer auf verschiedene Phasen fallen. Eine Ausnahme hiervon machen nur die Variation und die parallaktische Gleichung. Aber die Variation hat ihre Maxima und Minima in den Octanten und gerade von der parallaktischen Gleichung haben wir gezeigt, dass sie sich durch Beobachtung von Mösting A vortheilhaft bestimmen lässt.

Der Vorzug der Meridianbeobachtung des Kraters vor denen des Randes ist um so grösser, da die Beobachtung leichter ist. Denn es wird die Unruhe und der Verlust der kostbaren Zeit vermieden, die entstehen durch Verstellung des Fernrohrs in Declination und durch das Lösen

und Befestigen der Klemme, sowie die Hast, mit der die Mikroskope besonders nach dem Vollmond abgelesen werden müssen. Der Krater beobachtet sich eben so einfach und leicht wie ein Stern. Damit aber das Auffinden des Kraters bei der stets wechselnden Libration und Beleuchtung Anfängern keine Schwierigkeit bereitet, ist es rathsam, dass man sich entweder vorher berechnet, wieviel Secunden der Krater auf den ersten Rand folgt, indem man $\alpha_{\zeta} - \alpha_K$, wie es im Berliner Jahrbuch steht, von dem Halbmesser subtrahirt, oder dass man die Stellung des Kraters kurz vor der Culmination in einem zweiten Fernrohr betrachtet. Das letztere Hülfsmittel habe ich meist, besonders in der ersten Hälfte des Beobachtungsjahrs, angewandt und dann auch den Krater fast immer gleich beim Eintritt in das Gesichtsfeld erkannt. Hierzu gebe ich die beiliegende Tafel, in welcher der Krater mit weissen Pfeilen bezeichnet ist, und bemerke, dass man auf einer Mondkarte den Krater mit den Coordinaten $\lambda = -5^{\circ} 10.3$, $\beta = -3^{\circ} 11.4$ findet.

Nach allem diesen wird man sich nicht dagegen verschliessen können, den Ersatz der Randbeobachtungen durch Kraterbeobachtungen in ernste Erwägung zu ziehen. Selbst wenn die Zukunft noch hinsichtlich des Kraters kleine Schwierigkeiten, die man jetzt noch nicht kennt, enthüllen sollte, so werden sie nie so erheblich sein wie die Schwierigkeiten des Randes und durch vertieftes Studium beseitigt werden. Die Theorie der physischen Libration ist genügend einfach und durchsichtig, zumal nachdem ich sie in den Königsberger Beobachtungen Bd. 38 Abhandlung I auf Differentialgleichungen erster Ordnung reducirt habe.