

Telegraphische Längenbestimmung zwischen Danzig und Königsberg

aus Beobachtungen der Jahre 1879 und 1880 mit Zuhülfenahme der
Zeitballsignale in Neufahrwasser, nebst Bemerkungen über persönliche
Fehler. (Hierzu eine lithograph. Tafel)

E. Kayser.

Behufs Feststellung der Genauigkeit, welche die in Neufahrwasser vor einigen Jahren eingerichtete Zeitballstation dem Beobachter gewährt, übernahm auf Wunsch des Directors der Berliner Sternwarte, Herrn Prof. Förster, der Verfasser mit Verwendung eines etwa 18mal vergrößernden Fernrohres vom Thurm des Gebäudes der Naturforschenden Gesellschaft aus die Zeit des Aufschlagens des Balles nach dem Chronometer zu notiren und die Abweichungen von der Ortszeit durch Zuhülfenahme der an dem kleinen Passageninstrument ermittelten Zeitcorrection zu bestimmen. In dem an den Staatssecretär Excellenz Stephan abgegebenen Bericht, den Herr Postrath Seiler mir zu übermitteln die Güte hatte, kommt Herr Prof. Förster bei Gelegenheit der Discussion dieser Beobachtungen, welche den Zeitraum 1878 April 19 bis 1879 Juli 12 umfassen, wie auch der gleichzeitig auf der Kgl. Navigationsschule gemachten Notirungen, zu dem Resultate, dass die erreichte Genauigkeit nahezu $\frac{1}{4}$ Secunde beträgt, nachdem die Reduction der in gewisse Partialgruppen zusammenzufassenden Beobachtungen vorgenommen ist, nothwendig dadurch, dass die Unterschiede der beobachteten Zeiten und der für den Fall vorgeschriebenen Signalzeiten nicht bloss als Fehler der von der Zeitballstation gegebenen Signale zu betrachten sind, sondern auch die Fehler der Zeitbestimmung der beobachtenden Institutionen enthalten.

Die seit Juli 1879 fortgesetzten Controllbeobachtungen sind nicht mehr zur Untersuchung der die Aufsicht führenden Behörde gekommen; es wird hier an die Mittheilung und Untersuchung des weiteren Beobachtungsmaterials nicht die fernere Ermittlung der Genauigkeit geknüpft werden, sondern, wo diese Untersuchung geschieht, soll sie dem Zwecke gelten, den Längenunterschied zwischen der Sternwarte der Naturforschenden Gesellschaft und der Königsberger Sternwarte, welche letztere das der Zeitballstation dienende Pendel überwacht, zu bestimmen. Um sich von dem Fehler in der Zeitbestimmung zu emancipiren, wie ihn die frühere Untersuchung zeigt, liess der Verfasser von dem der Zeitballstation Neufahrwasser vorstehenden Beamten Herrn Postexpedienten Rhaue auf dem Danziger Telegraphenbureau in öfteren Terminen 13 alle 5 Secunden während einer Minute erfolgende Signale sich geben auf dieselbe Weise, wie sie täglich

um 9 Uhr Vormittags zur Erkennung des Standes der Neufahrwasser Uhr an die Königsberger Sternwarte telegraphirt werden. Die nach Königsberg und Danzig telegraphirten Signale können aber dazu dienen, die Ortszeiten zu vergleichen; somit vermittelt die Zeitballstation eine Längenbestimmung, die von dem etwaigen, bei Abgabe der Signale zu begehenden, persönlichen Fehler frei ist, da er nach beiden Seiten hin als gleich angenommen werden kann, sobald nur die Apparate in übereinstimmender Weise functioniren. War nun auch nicht immer gleichzeitige Zeitbestimmung vorhanden, wie sie sonst verabredet wird, wenn es sich um eine Längenbestimmung handelt, so möchte das aus zahlreichen und über einen grösseren Zeitraum vertheilten Vergleichen gewonnene Resultat doch als kein ungünstiges genannt zu werden verdienen, und eine Untersuchung dieser Art nicht überflüssig erscheinen, da über die Länge von Danzig früher sehr verschiedene Auffassung geherrscht hat und auch an die letzte im Jahre 1858 vorgenommene, auf besserer Basis wie ehedem ruhende, telegraphische Bestimmung gewisse Bedenken geltend gemacht werden können. Als wichtiges Moment ist hervorzuheben, dass zur besseren Einsicht in den mittelst des schwächeren Danziger Apparates abgeleiteten Uhrgang die von dem Assistenten der Königsberger Sternwarte, Herrn Dr. Rahts, zahlreich und sorgfältig angestellten Zeitbestimmungen beigetragen haben, indem sie für Danzig täglich durch die Ballsignale kund werden. Selbstverständlich musste den für die letzteren vorbestimmten Zeiten, die zu vollen oder halben Secunden abgerundet sind, die richtigere Fassung durch Zusatz von Correctionen gegeben werden, welche erst durch nachträgliche Interpolation zu finden sind. Der Director der Königsberger Sternwarte, Herr Prof. Luther, hat in gütigster Weise mir diese Daten vermittelt, und bin ich ihm dafür zu grossem Danke verpflichtet, wie auch Herrn Dr. Rahts für die Unterstützung in den Beobachtungen, die bei meiner Anwesenheit auf der Königsberger Sternwarte zum Zwecke der persönlichen Vergleichung gemacht wurden.

Die Zeitbestimmungen in Danzig sind an einem kleinen Passageninstrument von Fraunhofer und Ertel mit gebrochenem Fernrobre bei 46maliger Vergrösserung angestellt worden. Dieses Instrument hat nur drei Antrittsfäden. Zu Grunde gelegt wurden die seit Jahren unverändert gebliebenen Fadenintervalle:

$$16^s.425 \quad 16^s.970$$

für die obere Culmination und den Fall, dass das Kreisende der Axe im Westen liegt. Die auf den Mittelfaden reducirten Antritte der beobachteten Sterne enthält die folgende Tafel I und zwar nach mittlerer Zeit, wie sie an dem halbe Secunden schlagenden Chronometer von Kessels No. 1277 gefunden sind, ferner die nach der bekannten Bessel'schen Formel:

$$m + n \operatorname{tg} \delta + c \sec \delta$$

verbesserten Beobachtungszeiten B und die aus dem Nautical Almanac genommenen Tafelwerthe T, alsdann die Werthe $T - B$, also die Chronometercorrectionen, endlich den für die mittlere Chronometerepoche mit Zuhilfenahme der Gangcorrectionen C berechneten Mittelwerth und die correspondirende Correction des Pendels Tiede No. 30.

Tab. I.

1879. Juni 8.

	Kreis		m	n	tg δ	e	sec δ	B	T	T-B	C
α Virginis	O	7 ^h 46 ^m 18 ^s .90	0 ^s .83	0 ^s .12	0 ^s .83	7 ^h 46 ^m 20 ^s .70	8 ^h 11 ^m 44 ^s .10	+ 25 ^m 23 ^s .40	- 0 ^s .06		
η Bootis	O	8 16 20.29	0.83	-0.23	0.89	8 16 21.78	41 45.56		23.78	0.01	
α —	W	37 31.87	1.09	-0.35	-0.92	37 31.69	9 2 55.26		23.57	0.05	

$$8^h 13^m + 25 \quad 23.58$$

$$8^h 45^m + 25^m 23^s.65 \text{ (Chr.)} = - 12^m 30^s.85 \text{ (Tiede P.)}$$

Juli 1.

β Lyrae	O	11 40 34.22	1.22	-0.19	1.00	11 40 36.25	12 7 12.62	+ 26 36.37	- 0.04		
ζ Aquilae	W	54 48.08	1.14	-0.07	-0.88	54 48.27	21 24.59		36.32	- 0.01	
ω —	W	12 7 3.48	1.14	-0.06	-0.88	12 7 3.68	33 39.94		36.26	0.02	
δ —	O	14 16.25	1.22	-0.02	0.84	14 18.29	40 54.49		36.20	0.03	

$$11^h 59^m + 26 \quad 36.29$$

$$12^h 30^m + 26^m 36^s.35 \text{ (Chr.)} = - 12^m 54^s.25 \text{ (Tiede P.)}$$

Juli 18.

β Lyrae	W	10 32 51.62	1.43	-0.58	-1.06	10 32 51.41	11 0 22.19	+ 27 30.78	- 0.08		
ζ Aquilae	W	47 3.31	1.43	-0.22	-0.92	47 3.60	14 34.22		30.62	- 0.05	
δ —	O	11 6 31.35	1.55	-0.05	0.87	11 6 33.72	34 4.18		30.46	- 0.01	
γ —	O	27 34.42	1.55	-0.17	0.88	27 36.68	55 7.26		30.58	0.03	
α —	O	31 56.22	1.55	-0.14	0.88	31 58.51	59 28.92		30.41	0.04	
β —	W	36 26.62	1.43	-0.09	-0.89	36 27.07	12 3 57.59		30.52	0.05	

$$11^h 10^m + 27 \quad 30.56$$

$$11^h 55^m + 27^m 30^s.65 \text{ (Chr.)} = - 13^m 12^s.10 \text{ (Tiede P.)}$$

Juli 28.

β Lyrae	W	9 53 2.58	1.15	-0.60	-1.06	9 53 2.07	10 21 3.06	+ 28 0.99	- 0.08		
ζ Aquilae	W	10 7 14.38	1.15	-0.22	-0.92	10 7 14.39	35 15.12		0.73	- 0.05	
ω —	W	19 29.88	1.15	-0.18	-0.91	19 29.94	47 30.51		0.57	- 0.02	
δ —	O	26 42.28	1.27	-0.03	0.87	26 44.39	54 45.11		0.72	- 0.01	
η^2 Sagitt.	O	36 38.02	1.27	0.32	0.96	36 40.57	11 4 40.97		0.40	0.01	
γ Aquilae	O	47 45.45	1.27	-0.12	0.88	47 47.48	15 48.21		0.73	0.04	
α —	O	52 6.98	1.27	-0.10	0.88	52 9.03	20 9.88		0.85	0.05	
β —	W	56 37.52	1.53	-0.10	-0.89	56 38.06	24 38.56		0.50	0.07	

$$10^h 30^m + 28 \quad 0.69$$

$$11^h 43^m + 28^m 0^s.85 \text{ (Chr.)} = - 13^m 22^s.15 \text{ (Tiede P.)}$$

August 20.

α Scorpii	W	5 58 9.04	1.48	0.22	-0.99	5 58 9.75	6 27 23.63	+ 29 13.88	- 0.36		
β Lyrae	W	8 21 22.58	1.48	-0.29	-1.06	8 21 22.71	8 50 36.91		14.20	- 0.08	
ζ Aquilae	O	35 32.82	1.89	-0.17	0.89	35 35.43	9 4 49.09		13.66	- 0.06	
ω —	O	47 48.22	1.89	-0.14	0.89	47 50.86	17 4.52		13.66	- 0.02	
δ —	O	55 2.86	1.48	-0.03	0.87	55 5.59	24 19.15		13.56	0.00	
γ —	W	9 16 7.41	1.48	-0.08	-0.91	9 16 7.90	45 22.26		14.36	0.04	
α —	W	20 29.25	1.48	-0.07	-0.90	20 29.76	49 43.95		14.19	0.06	
β —	W	24 57.72	1.48	-0.05	-0.89	24 58.26	54 12.63		14.37	0.06	

$$8^h 57^m + 29 \quad 14.00$$

$$9^h 37^m + 29^m 14^s.09 \text{ (Chr.)} = - 13^m 45^s.01 \text{ (Tiede P.)}$$

Sept. 6.

	Kreis		m	n	tg δ	c	sec δ	B	T	T-B	C
α Sagitt.	O	6 ^h 34 ^m 34 ^s .90	0 ^s .58	0 ^s .16	0 ^s .90	6 ^h 34 ^m 36 ^s .54	7 ^h 4 ^m 48 ^s .51	+ 30 ^m 11 ^s .97	- 0 ^s .13		
β Lyrae	W	7 13 35.08	0.85	- 0.49	- 1.03	7 13 34.41	43 46.18			11.77	- 0.03
ζ Aquilae	W	27 46.91	0.85	- 0.18	- 0.88	27 46.70	57 58.44			11.74	0.00
ω —	O	40 0.89	0.58	- 0.10	0.86	40 2.23	8 10 13.89			11.66	0.03
γ —	O	47 15.18	0.58	- 0.02	0.84	47 16.58	17 28.54			11.96	0.05
h ² Sagitt.	O	57 10.63	0.58	0.23	0.93	57 12.37	27 24.45			12.08	0.08
7 ^h 27 ^m + 30 11.86											

$$8^h 11^m + 30^m 11^s.98 \text{ (Chr.)} = - 14^m 2^s.62 \text{ (Tiede P.)}$$

October 22.

β Ceti	W	11 13 13.88	1.22	0.06	- 0.87	11 13 14.29	11 14 13.54	+ 0 59.25	- 0.04		
β Arietis	W	43 8.17	1.22	- 0.14	- 0.92	43 8.33	44 7.85			59.52	0.00
α —	O	55 27.93	1.27	- 0.12	0.91	55 29.99	56 29.80			59.81	0.01
67 Ceti	O	12 6 1.68	1.27	0.04	0.85	12 6 3.84	12 7 3.28			59.44	0.03
11 ^h 44 ^m + 0 59.50											

$$12^h 12^m + 0^m 59^s.54 \text{ (Chr.)} = - 14^m 45^s.96 \text{ (Tiede P.)}$$

November 17.

β Ceti	O	8 50 11.99	1.07	0.31	0.89	8 50 14.26	8 51 38.84	+ 1 24.58	- 0.04		
ε Piscium	O	9 9 17.98	1.07	- 0.12	0.85	9 9 19.78	9 10 44.86			25.08	- 0.02
ν —	W	47 42.08	0.96	- 0.08	- 0.86	47 42.10	49 6.83			24.73	0.01
β Arietis	W	10 0 29.97	0.96	- 0.34	- 0.92	10 0 29.67	10 1 54.32			24.65	0.02
α —	O	12 49.67	1.07	- 0.39	0.91	12 51.26	14 16.30			25.04	0.03
9 ^h 36 ^m + 1 24.82											

$$10^h 20^m + 1^m 24^s.86 \text{ (Chr.)} = - 15^m 10^s.44 \text{ (Tiede P.)}$$

Dezbr. 4.

β Ceti	O	8 23 19.15	0.90	0.11	0.85	8 23 21.01	8 25 9.34	+ 1 48.33	- 0.03		
η Piscium	W	30 22.68	1.24	- 0.28	- 0.89	30 22.75	32 10.51			47.76	- 0.02
β Arietis	W	53 16.17	1.24	- 0.39	- 0.92	53 16.10	55 3.79			47.69	0.00
α —	O	9 5 36.00	0.90	- 0.30	0.91	9 5 37.51	9 7 25.79			48.28	0.01
67 Ceti	O	16 9.25	0.90	0.09	0.85	16 11.09	17 59.26			48.17	0.03
8 ^h 50 ^m + 1 48.04											

$$9^h 31^m + 1^m 48^s.08 \text{ (Chr.)} = - 15^m 19^s.72 \text{ (Tiede P.)}$$

Dezbr. 22.

β Ceti	O	7 12 4.54	0.81	0.05	0.85	7 12 6.25	7 14 22.76	+ 2 16.51	- 0.02		
η Piscium	W	19 7.78	0.84	- 0.10	- 0.89	19 7.63	21 23.95			16.32	- 0.01
β Arietis	W	42 1.37	0.84	- 0.14	- 0.92	42 1.15	44 17.26			16.11	0.01
α —	O	54 21.23	0.81	- 0.14	0.91	54 22.81	56 39.27			16.46	0.02
7 ^h 32 ^m + 2 16.35											

$$8^h 10^m + 2^m 16^s.39 \text{ (Chr.)} = - 15^m 24^s.21 \text{ (Tiede P.)}$$

1880. Jan. 14.

	Kreis		m	n	tg δ	c sec δ	B	T	T-B	C
α Orionis	O	10 ^h 11 ^m	4 ^s .62	0 ^s .58—0 ^s .01	0 ^s .85	10 ^h 11 ^m	6 ^s .04	10 ^h 13 ^m 52 ^s .59 +	2 ^m 46 ^s .55—0 ^s .02	
ν —	O	23	5.59	0.58—0.03	0.87	23	7.01	25 53.46	46.45—0.01	
μ Gemin.	W	38	4.01	0.80—0.12—0.93		38	3.76	40 50.03	46.27	0.00
γ —	W	53	6.04	0.80—0.09—0.90		53	5.85	55 52.13	46.28	0.01
α Can. maj.	W	11 2	8.84	0.80 0.09—0.90		11 2	8.83	11 4 55.19	46.36	0.02
										10 ^h 37 ^m + 2 46.38
										11 ^h 11 ^m + 2 ^m 46 ^s .41 (Chr.) = — 15 ^m 42 ^s .59 (Tiede P.)

März 9.

ν Orionis	W	6 45	43.41	1.11—0.12—0.92		6 45	43.48	6 49 37.93 +	3 54.45—0.02	
γ Gemin.	O	7 15	40.46	1.10—0.14 0.91		7 15	42.33	7 19 36.69	54.36—0.01	
α Can. maj.	O	24	42.93	1.10 0.14 0.91		24	45.08	28 39.68	54.60	0.00
ε —	W	38	45.34	1.11 0.26—1.02		38	45.69	42 40.33	54.64	0.01
γ —	W	43	10.21	1.11 0.13—0.92		43	10.53	47 4.98	54.45	0.01
δ Geminor	W	57	46.10	1.11—0.19—0.96		57	46.06	8 1 40.77	54.71	0.01
										7 ^h 28 ^m + 3 54.53
										8 ^h 20 ^m + 3 ^m 54 ^s .55 (Chr.) = — 16 ^m 15 ^s .05 (Tiede P.)

April 19.

γ Virginis	W	10 38	2.26	2.15 0.01—1.02		10 38	3.40	10 42 13.63 +	4 10.23—0.01	
δ —	W	51	58.62	2.15—0.08—1.02		51	59.67	56 10.08	10.41	0.00
θ —	W	11 6	6.92	2.15 0.10—1.02		11 6	8.15	11 10 18.47	10.32	0.00
α —	O	21	10.65	2.25 0.22 1.02		21	14.14	25 24.10	9.96	0.00
ζ —	O	30	51.68	2.25 0.00 1.00		30	54.93	35 4.95	10.02	0.01
										11 ^h 6 ^m + 4 10.19
										12 ^h 0 ^m + 4 ^m 10 ^s .21 (Chr.) = — 16 ^m 43 ^s .74 (Tiede P.)

Mai 26.

γ Virginis	O	8 12	5.71	0.12 0.00 1.00		8 12	6.83	8 16 44.79 +	4 37.96—0.02	
δ —	O	26	2.25	0.12—0.02 1.00		26	3.35	30 41.28	37.93—0.02	
ε —	O	32	39.75	0.12—0.05 1.02		32	40.84	37 18.88	38.04—0.01	
α —	W	55	18.28	0.08 0.04—1.04		55	17.36	59 55.42	38.06	0.00
ζ —	W	9 4	59.29	0.08 0.00—1.02		9 4	58.35	9 36.28	37.93	0.01
ι Bootis	W	17	56.16	0.08—0.07—1.07		17	55.10	22 32.96	37.86	0.02
η —	W	25	19.39	0.08—0.08—1.08		25	18.31	29 56.46	38.15	0.02
										8 ^h 51 ^m + 4 37.99
										9 ^h 40 ^m + 4 ^m 38 ^s .02 (Chr.) = — 17 ^m 15 ^s .28 (Tiede P.)

Juni 18.

η Bootis	W	7 54	43.57—0.25	0.14—0.94		7 54	42.52	7 59 30.38 +	4 47.86—0.02	
α —	W	8 15	53.21—0.25	0.15—0.95		8 15	52.16	8 20 39.96	47.80	0.00
ϱ —	W	32	18.59—0.25	0.25—1.04		32	17.55	37 5.50	47.95	0.00
ε^2 —	O	45	19.54—0.08	0.22 0.98		45	20.66	50 8.68	48.02	0.01
										8 ^h 22 ^m + 4 47.91
										8 ^h 50 ^m + 4 ^m 47 ^s .93 (Chr.) = — 17 ^m 35 ^s .07 (Tiede P.)

Juli 23.

	Kreis		m	n	tg δ	c	sec δ	B	T	T-B	C
η Serpentis	W	10 ^h	2 ^m 16 ^s .15	0 ^s .03	—	0 ^s .01	—	0 ^s .89	10 ^h 2 ^m 15 ^s .28	10 ^h 7 ^m 18 ^s .64 +	5 ^m 3 ^s .36—0 ^s .01
λ Sagitt.	O		7 42.14	0.14	—	0.16	0.96	7 43.08	12 46.29		3.21—0.01
ω Aquilae	W	59	11.61	0.03	0.04	—	0.91	59 10.77	11 4 14.10		3.33 0.00
δ —	W	11	6 26.35	0.03	0.01	—	0.89	11 6 25.50	11 28.90		3.40 0.00
h ² Sagitt.	W		16 23.33	0.03	—	0.10	—	16 22.28	21 25.35		3.07 0.00
γ Aquilae	W		27 29.06	0.03	0.04	—	0.90	27 28.23	32 31.83		3.60 0.00
α —	O		31 49.05	0.14	0.05	0.88		31 50.12	36 53.56		3.44 0.01
β —	O		36 17.78	0.14	0.04	0.88		36 18.84	41 22.25		3.41 0.01
											11 ^h 1 ^m + 5 3.35
											11 ^h 52 ^m + 5 ^m 3 ^s .36 (Chr.) = — 18 ^m 8 ^s .34 (Tiede P.)

August 27.

β^1 Lyrae	W	8	14	52.45—0.67	0.17—1.06	8	14	50.89	8	20	8.88 +	5	17.99—0.01
ϵ Aquilae	O		23	21.12—0.44	0.06 0.90		23	21.64		28	39.44		17.80—0.01
ζ —	O		29	3.30—0.44	0.05 0.90		29	3.81		34	21.63		17.82 0.00
ω —	O		41	18.79—0.44	0.04 0.89		41	19.28		46	37.13		17.85 0.00
δ —	O		48	33.62—0.44	0.01 0.87		48	34.06		53	51.98		17.92 0.00
h ² Sagitt.	O		58	30.22—0.44—0.10	0.96		58	30.64	9	3	48.49		17.85 0.00
γ Aquilae	O	9	9	36.35—0.44	0.04 0.88		9	9 36.83		14	54.94		18.11 0.00
α —	O		13	58.25—0.44	0.03 0.88		13	58.72		19	16.71		17.99 0.01
β —	O		18	26.91—0.44	0.02 0.87		18	27.36		23	45.42		18.06 0.01
													8 ^h 49 ^m + 5 17.93
9 ^h 25 ^m + 5 ^m 17 ^s .94 (Chr.) = — 18 ^m 45 ^s .36 (Tiede P.)													

Die zur Erfindung der angegebenen Correctionen des Instrumentes beobachteten Durchgänge der Polarsterne und zwar von α und δ Ursae min. und 51 Ceph. Hev. auf den Mittelfaden reducirt, sind in unverbesselter Chronometerzeit die folgenden

1879.

	Culm.	Kreis	Chron.
Juni 8.	U α Ursae min.	W 7 ^h 40 ^m 10 ^s .0	
	—	O 41 36.0	
Juli 1.	O δ Ursae min.	O 11 6 20.8	
	U 51 Ceph. Hev.	O 38 20.5	
18.	O δ Ursae min.	W 9 59 13.8	
	U 51 Ceph. Hev.	W 10 29 51.1	
	—	O 30 25.8	
28.	O δ Ursae min.	O 9 18 43.2	
	U 51 Ceph. Hev.	W 50 3.1	
	—	O 50 40.2	
Aug. 20.	O δ Ursae min.	O 7 47 0.5	
	—	W 47 25.8	
Sept. 6.	O δ Ursae min.	O 6 39 3.6	
	—	W 39 31.8	

1879.

	Culm.		Kreis	Chron.
Octb. 22.	O	α Ursae min.	O	11 ^h 10 ^m 17 ^s 4
		—	W	11 35.0
Nov. 17.	O	α Ursae min.	O	9 28 0.6
		—	W	29 15.0
Dezb. 4.	O	α Ursae min.	O	8 20 29.2
		—	W	21 57.6
Dezb. 22.	O	α Ursae min.	O	7 8 44.7
		—	W	10 1.0

1880.

Jan. 14.	U	δ Ursae min.	W	10 32 33.3
		—	O	33 5.0
März 9.	U	δ Ursae min.	W	6 55 20.0
		—	O	55 48.5
April 19.	U	α Ursae min.	W	11 14 40.0
		—	O	16 8.2
Mai 26.	U	α Ursae min.	W	8 49 48.9
		—	O	51 15.2
Juni 18.	U	α Ursae min.	W	7 20 6.0
Juli 23.	O	δ Ursae min.	W	9 58 22.0
	U	51 Ceph. Hev.	W	10 30 35.3
		—	O	31 14.0
Aug. 27.	O	δ Ursae min.	W	7 40 18.3
	U	51 Ceph. Hev.	W	8 12 57.0
		—	O	13 33.5

Ferner ergaben die Ablesungen des Niveau über die Abweichung der Axe von der horizontalen Lage die hier anzuführenden Mittelwerthe:

1879:

	Kreis.	O—W
Juni 8.	O — 0 ^t .26	1 ^t .60
	W — 1.86	
Juli 1.	O 5.38	1.06
	W 4.32	
18.	O 1.48	0 ^t .25
	W 1.23	
28.	O — 0.49	0.29
	W — 0.78	
(später)	O 1.94	0.31
	W 1.63	
August 20.	O 5.78	0.32
	W 5.46	

1879.

	Kreis.		O—W
September 6.	O	— 0.36	
	W	— 1.59	1.23
October 22.	O	5.81	
	W	4.17	1.64
November 17.	O	— 1.08	
	W	— 2.44	1.36
December 4.	O	— 0.36	
	W	— 1.86	1.50
22.	O	2.50	
	W	1.56	0.94

1880.

Januar 14.	O	3.01	
	W	2.25	0.76
März 9.	O	2.71	
	W	2.87	— 0.16
April 19.	O	3.76	
	W	3.17	0.59
Mai 26.	O	— 1.34	
	W	— 1.47	0.13
Juni 18.	O	3.13	
	W	2.10	1.03
Juli 23.	O	3.83	
	W	2.12	1.71
August 27.	O	— 0.87	
	W	— 1.90	1.03

Aus den Zahlen der zugefügten Columnen O—W resultirt eine Zapfenungleichheit in dem Sinne, dass der Zapfen am Verticalkreise den grösseren Durchmesser hat, und zwar in zwei verschiedenen Werthen, zu deren Erkenntniss die bezüglichen Quanta unter einander gesetzt sind. Als Mittel aus diesen periodisch auftretenden Werthen ergeben sich die Zahlen: 1.26 und 0.28. Die Ursache dieses zwiefachen Verhaltens vermag ich nicht mit Bestimmtheit anzugeben. Wird die zweite kleinere Zahl als diejenige angesehen, welche eigentlich der Zapfenungleichheit entspricht, so könnte zur zeitweisen Vergrösserung der Umstand beitragen, dass die auf der dem Kreisende entgegengesetzt sitzende Feder durch den Gegendruck auf die am Ost- und Westlager befindlichen und zur feineren Einstellung dienenden Schrauben dem betreffenden Zapfen einen Auftrieb ertheilt. Wenigstens muss der Sinn O—W immer positiv sein, gleichviel, ob die östliche oder westliche Schraube allein, oder auch beide zur Hebung beitragen. Aus directen Experimenten habe ich nicht die volle Ueberzeugung von der Richtigkeit dieser vermutheten Ursache gewinnen können. Uebrigens ist der Einfluss selbst der grösseren für die

Zapfenungleichheit gewonnene Zahl auf den Collimationsfehler nur gering, die kleinere aber vollständig zu vernachlässigen. Der Werth eines Niveau-theiles ($1''$) beträgt nämlich $1''.38$ oder $0''.092$, also ist die Ablesung O—W von $1'.26 = 0''.116$. Wird die letzt angeführte Zahl durch u bezeichnet, durch $2f = 92^\circ$ der Winkel, den die inneren Oberflächen an den Füßen des Niveau mit einander bilden, durch $2g = 70^\circ$ der Winkel, welchen die inneren Flächen an den Pfannenlagern einschliessen, in denen die Zapfen der Fernrohraxe liegen, so ist der Fehler der aus der Niveauablesung abgeleiteten Neigung der Axe:

$$x = \mp \frac{1}{2} \cdot \frac{u \sin g}{\sin f + \sin g} = \mp 0''.026$$

worin das Zeichen — Kreis O, + Kreis W entspricht. Der Unterschied der Zapfenhalbmesser R und r, von denen der grössere R am Kreise sich befindet, wird nach der Formel:

$$R - r = u l \sin 1'' \frac{\sin f \sin g}{\sin f + \sin g}$$

worin u in Bogenwerth ausgedrückt ist und $2l$ die Entfernung zwischen den Füßen des Niveaus = 225^{mm} bezeichnet, den Werth von 0.0003^{mm} annehmen. Der Collimationsfehler erhält die Correction:

$$\triangle c = \frac{(R - r) \cos (\delta - \varphi)}{15 \times 2l \cdot \sin 1'' \sin g}$$

welcher Ausdruck durch Einsatz der bezüglichen Zahlenwerthe, der Polhöhe $\varphi = 54^\circ 21'$ und der Declination jedes der drei Polarsterne ergibt:

$$\triangle c = 0''.027$$

Als Mittelwerthe des Collimationsfehlers, abgeleitet aus den oben mitgetheilten Polarsternbeobachtungen, wurden angenommen:

1879 Juni 8.—1880 März 9	. . .	$0''.88$
1880 April 19. und Mai 26.	. . .	1.01
1880 Juni 18.—August 27.	. . .	0.91

Da in den Fällen der Zapfenungleichheit die Correction des Collimationsfehlers $0''.027$ im subtractiven Sinne zu nehmen ist, ausserdem aber noch die tägliche Aberration — $0''.012$ zutritt, so ergeben sich als endgültige Werthe für den Collimationsfehler die folgenden:

	Kreis O	Kreis W	
1879 Juni 8. und Juli 1.	. . . + $0''.84$	— $0''.86$	mit Zapfenungleichheit
Juli 18.—August 20.	. . . + 0.87	— 0.89	ohne „
September 6.—1880 Januar 14.	+ 0.84	— 0.86	mit „
1880 März 9.	. . . + 0.87	— 0.89	ohne „
April 19. und Mai 26.	. . + 1.00	— 1.02	ohne „
Juni 18.—August 27.	. . . + 0.87	— 0.89	mit „

mit welchen Werthen die Grössen $c \sec \delta$ der obigen Uhr correctionstabelle 1 berechnet sind.

Die in bekannter Weise direct durch das Niveau unter Zufügung der Verbesserung $x = \mp 0''.026$ abgeleiteten Werthe von i , die durch Combination

von Polar- und anderen Sternbeobachtungen ermittelten Grössen n , und die mittelst der Formeln:

$$m = i \sec \varphi - n \operatorname{tg} \varphi$$

$$a = -i \operatorname{tg} \varphi + n \sec \varphi$$

gewonnenen Werthe von m und a finden sich in dem folgenden Tableau zusammengestellt:

Tab. II.		Kreis	i	n	i sec φ	- n tg φ = m	- i tg φ	+ n sec φ = a		
1879	Juni 8.	O.	0°.050	- 0°.656	- 0°.086	0°.914	0°.83	0°.070	- 1°.126	- 1°.06
		W.	- 0.146	- 0.931	- 0.250	1.339	1.09	0.204	- 1.649	- 1.44
	Juli 1.	O.	0.470	- 0.297	0.807	0.414	1.22	- 0.655	- 0.510	- 1.17
		W.	0.424	- 0.297	0.728	0.414	1.14	- 0.591	- 0.510	- 1.10
	18.	O.	0.137	- 0.943	0.235	1.314	1.55	- 0.191	- 1.618	- 1.81
		W.	0.113	- 0.889	0.194	1.240	1.43	- 0.158	- 1.525	- 1.68
	28.	O.	- 0.046	- 0.688	- 0.079	0.959	0.88	0.064	- 1.181	- 1.12
		W.	- 0.072	- 0.916	- 0.124	1.277	1.15	0.100	- 1.572	- 1.47
		O.	0.179	- 0.688	0.307	0.959	1.27	- 0.249	- 1.181	- 1.43
		W.	0.150	- 0.916	0.257	1.277	1.53	- 0.209	- 1.572	- 1.78
	August 20.	O.	0.532	- 0.698	0.911	0.973	1.89	- 0.741	- 1.198	- 1.94
		W.	0.503	- 0.441	0.863	0.615	1.48	- 0.701	- 0.756	- 1.46
	Septbr. 6.	O.	- 0.059	- 0.487	- 0.101	0.678	0.58	0.082	- 0.836	- 0.75
		W.	- 0.121	- 0.756	- 0.208	1.054	0.85	0.169	- 1.297	- 1.13
	Octbr. 22.	O.	0.509	- 0.284	0.873	0.396	1.27	- 0.710	- 0.487	- 1.20
		W.	0.410	- 0.371	0.704	0.517	1.22	- 0.572	- 0.637	- 1.21
	Novbr. 17.	O.	- 0.126	- 0.923	- 0.216	1.287	1.07	0.176	- 1.585	- 1.41
		W.	- 0.199	- 0.932	- 0.342	1.299	0.96	0.278	- 1.599	- 1.32
	Decbr. 4.	O.	- 0.060	- 0.716	- 0.103	0.999	0.90	0.084	- 1.299	- 1.14
		W.	- 0.146	- 1.072	- 0.251	1.495	1.24	0.203	- 1.840	- 1.64
	22.	O.	0.204	- 0.332	0.350	0.463	0.81	- 0.284	- 0.570	- 0.85
		W.	0.170	- 0.390	0.292	0.544	0.84	- 0.237	- 0.670	- 0.91
1880	Januar 14.	O.	0.251	- 0.106	0.431	0.147	0.58	- 0.350	- 0.181	- 0.53
		W.	0.233	- 0.287	0.400	0.400	0.80	- 0.325	- 0.493	- 0.82
	März 9.	O.	0.249	- 0.485	0.427	0.676	1.10	- 0.347	- 0.832	- 1.18
		W.	0.265	- 0.471	0.455	0.657	1.11	- 0.369	- 0.808	- 1.18
	April 19.	O.	0.346	- 1.189	0.594	1.658	2.25	- 0.482	- 2.041	- 2.52
		W.	0.292	- 1.183	0.501	1.649	2.15	- 0.407	- 2.030	- 2.44
	Mai 26.	O.	- 0.123	- 0.239	- 0.211	0.334	0.12	0.171	- 0.411	- 0.24
		W.	- 0.135	- 0.223	- 0.232	0.310	0.08	0.188	- 0.382	- 0.19
	Juni 18.	O.	0.288	0.414	0.494	- 0.577	- 0.08	- 0.400	0.711	0.31
		W.	0.193	0.414	0.331	- 0.577	- 0.25	- 0.268	0.711	0.44
	Juli 23.	O.	0.352	0.330	0.603	- 0.460	0.14	- 0.490	0.567	0.08
		W.	0.195	0.219	0.334	- 0.305	0.03	- 0.270	0.376	0.11
	August 27.	O.	- 0.080	0.219	- 0.137	- 0.305	- 0.44	0.111	0.376	0.49
		W.	- 0.175	0.266	- 0.300	- 0.371	- 0.67	0.242	0.457	0.70

In Bezug auf die Zahlen der Columnen n ist noch zu bemerken, dass in zwei Fällen nämlich 1879 Juli 1. und 1880 Juni 18., wo der Polarstern nur in einer Kreislage beobachtet wurde, der gefundene Werth auch für die andere Kreislage gilt. Ferner entspricht in einigen Fällen, welche die Beobachtung beider Polarsterne δ Urs. min. und 51 Ceph. Hev. in derselben Lage des Kreises enthalten, die angegebene Grösse von n dem Mittelwerthe. Der auch in Zeitsecunden aufgeführte Betrag von a stellt das jedesmalige Azimut dar, in üblicher Weise von Nord nach Ost als $+$ gezählt. Da nur einmal zwischen

dem 19. April und 26. Mai 1880 an dem Azimutalkreise eine Aenderung vorgenommen wurde, und zwar um das zu weit abgewichene Instrument näher in den Meridian zu bringen, so finden sich unter a eine Reihe ähnlicher grösserer negativer Werthe und eine Reihe kleinerer meist positiver. Diese Reihen, jede für sich betrachtet, gewähren also ein Bild über den Grad der Veränderlichkeit, welche unser auf keinem aparten Fundament, 5 Treppen hoch und etwa 70 Fuss über der Strasse, auf einer Fensterkopfmauer aufgestelltes Instrument im Laufe der Zeit angenommen hat. An der Horizontallage sind selbstverständlich, um kleine Werthe von i zu erzielen, öfter Aenderungen vorgenommen worden.

Ein Meridianzeichen in Form eines schachbrettartigen Brettes existirte früher an der im Süden gelegenen Th. Behrend'schen Oelmühle. Mit dem Umbau dieses Gebäudes verschwand diese Marke. Dagegen liess sich ein weiter gelegenes Haus mit Vortheil zur Einstellung in den Meridian, wie zur Beobachtung der Abweichung benutzen. Für die Orientirung dient auf der beigegebenen Tafel Fig. 1. die kleine Zeichnung des Grundrisses mit der Richtung des Meridians NS. Die dem Beobachter zugewandte Langseite AO des 2.66 geogr. Meilen entfernten Hauses in Thaershöhe, zum Gute Uhlkau gehörig, beträgt 13.68 Meter und ist gegen den Meridian unter dem Winkel NSO = $29^{\circ}.3$ geneigt. Indem gegen Abend die weisse Kalkfläche von 2.4 Meter Höhe die auffallenden Sonnenstrahlen reflectirt, die Ostseite aber ausser Betracht fällt, erblickt man jene unter dem in Zeit durch $4^{\text{s}}.67$ ausgedrückten Winkel. Gewöhnlich wurde nun von der auch im gebrochenen Fernrohr rechts erscheinenden Kante A aus nach Zehntel das Stück der als Einheit aufgefassten Projection WO geschätzt, welches der Meridianfaden in beiden Lagen des Instruments abschneidet. Auf diese Weise konnten meistens kurze Zeit vor Beginn der Sterndurchgangsbeobachtungen, an zwei Tagen nämlich den 26. Mai und 18. Juni 1880 sogar noch während derselben Daten sowohl über das Azimut als auch über den Collimationsfehler gewonnen werden. Haben nun auch diese Bestimmungen nicht die Schärfe, wie die durch die Beobachtungen der Sterne erhaltenen, daher die letzteren allein zur Verwendung für die Zeitbestimmung gekommen sind, so gewähren sie doch eine Art von Controlle, insbesondere in Bezug auf eine mögliche Wandelbarkeit der Stellung des Instruments im Laufe der Beobachtungszeit. Die folgende Tabelle enthält in den Columnen Kreis O und W die von der Einheit abgeschätzten Theile, nach links oder O als positive aufgefasst; die Anführung der Hundertel ist begründet zum Theil in der Zusammenfassung von mehreren Bestimmungen, zum Theil in der Verwerthung von öfteren Beobachtungen in Abschnitten der Projection (im Betrage von $1^{\text{s}}.45$ und $3^{\text{s}}.22$ an dem Hause), welche ein der Kante A näher gelegenes Fenster scheidet. Es folgen dann die Differenzen O—W und die hieraus durch Multiplication mit $4^{\text{s}}.67$ und Division durch 2 gebildeten Collimationsfehler c, ferner die Columnne $\frac{O + W}{2}$ und der dieser Grösse gleiche azimutale Werth a', diesem gegenüberstehend die aus dem Tableau II entnommenen Mittelwerthe a, dann die Grössen $a' + a$ und schliesslich die Verbesserungen $\triangle$ jeder dieser Grössen gegen das Mittel aus Allen.

	Kreis O	W	O—W	c	$\frac{O + W}{2}$	a'	a	a' + a	$\triangle$
1879 Juni 8. . . .	0.73	0.38	0.35	0 ^s .82	0.55	2 ^s .56	—1 ^s .25	1 ^s .31	—0 ^s .34
Juli 1. . . .	0.66	0.38	0.28	0.65	0.52	2.42	—1.13	1.29	—0.32
18. . . .	0.76	0.35	0.38	0.88	0.57	2.65	—1.74	0.91	0.06
28. . . .	0.69	0.38	0.31	0.72	0.54	2.51	—1.30 —1.60	1.06	—0.09
August 20.	0.77	0.42	0.35	0.82	0.59	2.80	—1.70	1.10	—0.13
Septbr. 6. .	0.65	0.35	0.30	0.70	0.50	2.33	—0.94	1.39	—0.42
1880 Mai 26. . .	0.45	0.00	0.45	1.04	0.23	1.07	—0.22	0.85	0.12
Juni 18. . .	0.30	—0.15	0.45	1.04	0.08	0.37	0.38	0.75	0.22
Juli 23. . .	0.35	—0.13	0.48	1.11	0.11	0.51	0.09	0.60	0.37
August 27.	0.25	—0.15	0.40	0.93	0.05	0.23	0.59	0.82	0.15

Da die Werthe von a als massgebend, wie schon erwähnt wurde, zu betrachten sind, die Bestimmungen von a' aber der Zeit vor den Durchgangsbeobachtungen entsprechen, und nur die Daten des 26. Mai und 18. Juni 1880 unmittelbar mit jenen a correspondiren, so habe ich den letzteren beiden das doppelte Gewicht beigelegt und 0^s.97 als Mittel der Grössen $a' + a$ erhalten, wovon die einzelnen Beobachtungen um die Beträge $\triangle$ abweichen. Diese Grösse $a' + a = 0^s.97$ bestimmt nun der Art das Azimut der Kante A, dass der Meridian des Instrumentes durch einen Punkt des Hauses zwischen A und O geht, welcher um 2.85 Meter von A absteht, vorausgesetzt, dass wir die Werthe von $\triangle$ nur als Beobachtungsfehler deuten und nicht als azimuthale Aenderungen, die sich nach der Beobachtung der Meridianmarke also nach etwa zwei Stunden zum Theil auch wohl eingestellt haben mögen. Die an der Meridianmarke erhaltenen Collimationsfehler, aus welchen das Mittel 0^s.87 hervorgeht, stimmen mit den zur Rechnung benutzten Messungen genügend überein.

Die folgende Tabelle III enthält die nach dem Chronometer gemachten Aufzeichnungen über den Fall des Balles und zwar zur Zeit des Neufahrwasser- und Greenwicher Mittags. Es wurden die Zehntel der halben Chronometersecunden geschätzt. Ab und zu war ich zu beobachten verhindert, die letzte Hälfte des September 1879 durch eine Reise. Andere Ausfälle, besonders die grösseren in der winterlichen Jahreszeit haben ihren Grund darin, dass das Object überhaupt nicht zu sehen möglich war. In der dritten Columne finden sich die Vergleiche der Danziger Pendeluhr mit dem Chronometer zur Mittagszeit gegen die Secunde 0. Die nach älterer Weise mit kreisrundem Glasgefäss zur Quecksilbercompensation eingerichtete Uhr hat, wie die ferneren Ableitungen zeigen, während der ganzen Zeit einen ziemlich regelmässigen Gang eingehalten, obwohl sie in dem ungeheizten Raum Temperaturdifferenzen bis auf 20° R. ausgesetzt war. Nur gegen die niedrigste Wärme hin, wofür die Aufzeichnung 2^o beträgt, hat allerdings der Gang erheblich sich verlangsamt. Um eine etwaige Abhängigkeit des Uhranges von der Temperatur zu erkennen, habe ich jedesmal die letztere notirt. Schliesslich sind die Zeiten des Neufahrwasser Pendels, zu welchen die Taste Behufs Auslösung des Zeitballes ange-drückt wurde, aus dem Buch der Station mitgetheilt. Sie beziehen sich auf den Neufahrwasser Mittag; nach Verlauf von:

1^h 14^m 39^s

wird Greenw. Mittag signalisirt.

Tab. III.

Fall des Balles nach Chronometer-Zeit				Danz. Mittag Pendel 0 ^h .0 =		Temp.	Auflösung d. Balles		
	N.-Fahrw. Mittag			Greenw. Mittag		Chron.-Zt.	Réaun.	N.-Fahrw. Pendel	
1879 Juni	1.	23 ^h	34 ^m 56 ^s .5	0 ^h	49 ^m	35 ^s .7	36 ^s .9	20 ⁰ .0	22 ^h 45 ^m 42 ^s .5
	2.					32.9	32.9	19.6	43.5
	3.					30.7	28.75	19.8	44.5
	4.		49.0			27.9	24.3	19.4	45.5
	5.		45.9			24.8	19.75	18.8	46.0
	6.		43.0			21.7	15.7	18.4	46.5
	7.		39.85			18.7	11.4	18.0	47.0
	8.		36.7			15.7	7.15	17.3	47.5
	9.		33.7				2.7	16.7	48.0
	10.		30.1			9.0	58.1	17.2	48.5
	11.		26.8			5.8	53.8	17.6	49.0
	12.		22.8			2.0	48.9	18.3	49.5
	13.		19.2	48		57.9	44.6	18.6	49.5
	14.		15.7			54.8	40.65	18.3	49.5
	15.		12.8			51.5	36.2	17.8	50.0
	16.		8.8			47.8	31.8	18.4	50.5
	17.		5.8				27.7	19.3	51.0
	18.		2.7			41.4	23.4	18.8	51.5
	19.	33	59.4			38.3	19.3	19.8	52.0
	20.		55.9			34.9	15.2	19.9	52.5
	21.		52.8			31.7	11.2	19.8	53.0
	22.		50.2			28.9	6.8	20.3	54.0
	23.		47.2			25.8	2.7	20.3	54.5
	24.		43.8			22.8	58.6	20.3	55.5
	25.		40.9			19.5	54.2	20.2	56.0
	26.		37.5			16.2	50.2	19.2	56.5
	28.		31.6				42.6	18.6	57.5
	29.		28.7			7.8	39.0	18.6	58.0
	30.		26.4			5.4	35.2	17.7	59.0
Juli	1.		23.4			2.4	31.5	18.7	59.5
	2.		21.0	47		59.9	27.7	18.8	46 0.5
	3.		17.8			56.8	23.5	18.6	1.0
	4.		14.9			53.8	19.2	18.8	2.0
	5.		11.3				14.9	18.8	2.5
	6.		7.4				9.8	18.5	3.0
	7.		4.7			43.8	5.5	18.3	4.0
	8.		0.9			40.4	1.3	17.6	4.5
	9.	32	58.4			37.2	57.2	18.6	5.0
	10.		54.7			33.5	52.7	18.7	5.5
	11.					30.3	48.3	18.3	6.5
	12.					26.8	43.9	18.1	7.0
	13.		45.5			24.2	39.5	18.5	8.0
	14.		42.3			20.8	35.4	18.7	8.5

Fall des Balles nach Chronometer-Zeit				Danz. Mittag Pendel 0 ^s .0 =		Temp.	Auslösung d. Balles		
		N.-Fahrw. Mittag	Greenw. Mittag	Chron.-Zt.	Réaum.		N.-Fahrw. Pendel		
1879	Juli	15. 23 ^h 32 ^m 38 ^s .9	0 ^h 47 ^m 17 ^s .7	31 ^s .1	18 ^o .1		22 ^h 46 ^m 9 ^s .0		
		16. 35.2		14.3	27.3	18.8		9.5	
		17. 32.3		11.2	23.2	18.4		10.0	
		18. 25.9		8.2	19.3	19.2		11.0	
		19. 23.2		4.9	15.4	19.5		11.5	
		20. 20.3	46	2.2	11.6	19.7		12.5	
		21. 59.4		7.7	20.2			13.5	
		22. 57.6		3.7	19.4			15.0	
		23. 54.9		59.7	19.3			16.0	
		24. 51.4		55.7	19.6			16.0	
		25. 48.4		51.6	18.8			16.5	
		26. 45.3		47.2	18.6			17.0	
		27. 43.0			19.2			17.0	
		28. 31 59.6		38.5	39.0	18.8		17.5	
		29. 56.2		35.0	35.0	19.4		17.5	
		30. 53.4		32.2	30.9	18.8		18.0	
		31. 49.8		28.6	26.9	19.3		18.5	
	August	1. 46.9		23.0	18.7			19.0	
		2. 43.3		22.2	18.7	19.2		19.5	
		3. 40.2		19.0	14.6	18.8		20.0	
		4. 36.9		15.9	10.6	19.6		20.5	
		5. 34.1		13.0 ¹⁾	6.6	20.2		21.0	
		6. 31.4		10.4	2.7	20.0		22.0	
		7. 58.5			19.4			22.5	
		8. 24.9		3.8	54.5	19.6		23.0	
		9. 50.4			19.8			23.5	
		10. 18.9	45	57.4	46.0	19.7		24.0	
		11. 54.2		41.6	18.6			24.5	
		12. 51.4		37.2	19.2			25.5	
		13. 48.8		33.2	18.4			26.0	
		14. 45.2		29.0	19.3			26.0	
		15. 41.4		24.6	19.4			26.5	
		16. 2.8						26.5	
		17. 30 59.8		38.8	20.2	19.8		27.0	
		18. 56.2		34.9	15.9	20.2		27.5	
		19. 53.4		11.8	20.2			28.0	
		20. 49.9		28.8	7.4	18.7		28.5	
		21. 46.8		25.7	2.8	19.9		29.0	
		22. 43.3		22.0	58.35	20.2		29.5	
		23. 39.9		54.1	20.6			30.0	

¹⁾ Herr Prof. Luther aus Königsberg beobachtete 13.52.

Fall des Balles nach Chronometer-Zeit				Danz. Mittag Pendel 0 ^s .0 =		Temp.	Auslösung d. Balles		
N.-Fahrw. Mittag				Greenw. Mittag		Réaum.	N.-Fahrw. Pendel		
				Chron.-Zt.					
1879 Aug.	23.	23 ^h 30 ^m	36 ^s .0	0 ^h 45 ^m	14 ^s .7	49 ^s .8	20 ⁰ .7	22 ^h 46 ^m	30 ^s .5
	24.		33.0		11.8	45.5	19.8		31.0
	25.		29.3			41.0	20.5		31.5
	26.		25.8		4.8	36.7	20.6		32.0
	27.		22.9		1.8	32.3	20.3		33.0
	28.		19.7	44	58.3	27.7	19.2		33.5
	29.				55.2	23.5	19.2		34.0
	30.		12.9		51.8	19.1	18.7		34.5
	31.		10.2		48.9	14.6	19.6		35.5
Sptbr.	1.		7.1		45.8	10.0	19.5		36.0
	2.		3.4		42.3	5.6	18.9		36.5
	3.		0.3		39.0	0.9	18.3		37.0
	4.	29	56.3			56.4	18.8		37.5
	5.		52.5		31.3	51.9	19.3		37.5
	6.		48.9		27.7	47.0	18.8		38.0
	7.		44.9		23.4	42.2	19.2		38.0
	8.		41.2			37.6	19.5		38.5
	9.		37.9		16.5	33.2	20.1		39.0
	11.				8.8	23.8	19.6		40.0
	12.		26.1		4.9	18.8	19.7		40.5
	13.		22.7		1.7	13.8	19.7		41.5
	14.		19.8	43	58.3	9.3	19.2		42.0
Octb.	4.			1 13	57.5	50.7	15.4		49.5
	5.	23 59	19.9		58.4	50.7	14.8		50.0
	6.		19.7		58.6	50.3	15.6		50.5
	7.		19.8		58.8	49.2	14.9		51.0
	8.		18.8		57.7	47.3	15.2		51.0
	9.		17.3		56.4	45.7	14.8		50.5
	11.		14.9		53.8	41.7	14.8		50.0
	12.		13.9		52.9	40.1	13.8		50.0
	13.		12.8		51.8	38.1	13.6		50.0
	14.		11.8		50.8	35.9	13.6		50.5
	15.		10.8			34.0	13.7		50.5
	16.		10.2			32.1	12.8		50.5
	17.				48.8	30.1	12.2		51.0
	18.		7.9		46.9	27.1	11.2		51.0
	19.		6.0		44.9	24.1	10.6		51.0
	21.		2.4		41.2	18.2	10.6		51.0
	22.				39.0	15.7	10.4		50.5
	23.	58	58.8		37.7	13.35	10.6		50.5
	24.		56.9		35.7	10.8	10.7		50.5
	25.		55.8		34.7	8.8	10.6		50.5

Fall des Balles nach Chronometer-Zeit.				Danz. Mittag Pendel 10 ^s .0 =		Temp.	Auslösung d. Balles
	N.-Fahrw. Mittag	Greenw. Mittag	Ch on.-Zt.	Réaum.	N.-Fahrw. Pendel		
1879 Octb. 26.	23 ^h 58 ^m 54 ^s .7	1 ^h 13 ^m 33 ^s .4	6 ^s .5	10 ^o .6	22 ^h 46 ^m 51 ^s .0		
28.	51.8		2.1	10.7	51.5		
29.	51.4	30.2	0.2	10.7	51.5		
30.	50.0	28.8	58.4	10.8	51.5		
31.	49.4	28.3	56.7	11.4	52.0		
Novbr. 3.	46.3	25.5	51.2	10.1	52.0		
4.	45.8	24.9	49.3	9.8	52.5		
5.	45.3	24.0	47.5	10.3	52.5		
6.	44.4	23.2	45.7	10.3	52.5		
7.	43.3	22.3	44.1	10.2	52.5		
9.	41.7	20.5	40.45	9.6	52.5		
10.	40.8	20.0	39.0	10.2	52.5		
11.	39.6	18.8	37.15	9.8	52.5		
12.	39.0	17.8	35.3	9.4	52.5		
14.	37.2	16.5	32.1	9.5	52.5		
15.	36.4	15.4	30.05	9.0	52.5		
16.	35.2	14.2	27.7	8.8	52.5		
17.	33.9		25.6	8.7	52.5		
18.	33.4	12.5	23.2	8.2	53.0		
19.	31.8	10.8	20.55	8.5	53.0		
21.		8.7	16.15	7.3	53.0		
22.	29.2	8.0	14.1	7.2	53.5		
25.	24.0	2.8	7.2	7.1	53.0		
26.	(24.2)	1.8	5.5	6.8	53.0		
28.	19.8	12	58.8	2.2	6.6	52.0	
29.	18.2		57.0	0.2	6.8	51.5	
30.	16.7		58.7	6.7	51.0		
Dec. 1.	15.3		54.2	5.8	50.5		
3.	13.5		52.3	54.2	4.3	50.0	
4.				52.8	4.0	49.0	
5.				50.5	2.8	48.5	
6.	8.2	47.2	48.7	3.7	48.0		
9.		42.7	43.3	2.0	46.0		
10.	1.9	40.7	41.2	1.8	45.0		
11.	57 59.4	38.4	39.0	2.3	44.0		
12.	57.8		36.8	3.2	43.5		
13.	56.2		35.0	3.3	43.0		
15.		30.5 ¹⁾	31.9	4.2	42.0		
16.	51.5		30.2	4.8	41.0		
17.	50.3	29.1	28.7	5.3	40.5		

1) ganz undeutlich.

Fall des Balles nach Chronometer-Zeit				Danz. Mittag Pendel 0 ^s .0 =	Temp.	Auflösung d. Balles		
N.-Fahrw. Mittag				Chron.-Zt.	Réaum.	N.-Fahrw.-Pendel.		
				1 ^h 12 ^m 24 ^s .1	23 ^s .5	6 ^o .8	22 ^h 46 ^m	38 ^s .5
1879 Dec.	20.							
	21.	23 ^h 57 ^m 44 ^s .4			21.8	6.8		38.5
	22.				20.0	6.3		38.0
	3.	41.6		20.7	17.5	6.7		37.5
	25.	38.8		17.9	13.2	6.8		36.5
	26.	38.0		16.8	11.0	6.8		36.0
	27.	36.8		15.7	8.7	6.6		36.0
	30.	32.9		12.0	2.5	6.3		34.5
	31.	30.7 ¹⁾			0.4	6.8		34.0
1880 Jan.	1.	29.8		8.9	58.0	7.1		33.0
	3.	27.0			53.8	7.1		32.5
	4.	25.8		4.7	51.7	7.6		32.5
	5.	24.7			49.2	8.1		32.5
	6.	23.3		2.3	46.8	7.8		32.0
	7.	22.3		1.4	44.7	7.9		32.0
	8.	21.2		0.3	42.7	7.6		31.5
	9.		11	59.4	40.8	7.7		31.5
	10.	19.2		58.1	38.75	7.6		31.0
	13.	15.5			33.6	6.9		29.5
	14.				31.7	7.1		29.0
	15.	12.0		50.8	29.9	7.2		28.5
	16.	10.4		49.6	28.7	6.6		28.0
	18.	8.7		47.5	25.4	5.8		27.5
	22.	2.5			18.8	4.8		25.5
	24.	0.4			15.7	5.2		25.0
	28.	56 54.8 ²⁾			10.2	5.3		22.5
Febr.	8.			19.2	52.6	5.5		16.0
	17.	29.2		8.0	33.7	4.9		13.0
	18.			6.4	31.2	2.7		12.5
	19.	26.8			29.2	1.6		12.5
	24.	19.3	10	58.3	16.7	6.1		10.0
	25.			56.8	14.8	6.1		9.0
	28.	14.2			8.5	6.5		7.0
	29.	12.7			6.6	6.8		6.0
März	1.	11.7		50.8	4.7	7.3		5.5
	2.	10.9		50.0	3.1	7.3		5.0
	3.	10.8 ³⁾		49.3 ⁴⁾	1.2	7.8		5.0
	4.	9.4		48.3	59.2	8.2		4.5
	5.	8.8		47.8	57.5	8.6		4.0
	6.	8.75		47.7	55.7	8.6		4.0

1) 2) ganz undeutlich. 3) 4) Sturm.

Fall des Balles nach Chronometer-Zeit.				Danz. Mittag Pendel 10 ^s .0 =		Temp. Réaum.	Auslösung d. Balles		
N.-Fahrw. Mittag				Greenw.-Mittag			N.-Fahrw. Pendel.		
				Chron.-Zt.					
1880 März	7.	23 ^h 56 ^m	7 ^s .8	1 ^h 10 ^m	46 ^s .7	54 ^s .0	8 ^o .4	22 ^h 46 ^m	3 ^s .5
	8.		6.9		45.8	52.0	8.6		3.0
	9.		5.8		44.8	50.6	8.7		2.5
	10.		4.8			49.6	9.7		1.5
	11.		4.0		43.3	48.1	9.7		1.0
	12.		3.7		42.8	47.2	9.7		0.5
	13.		3.5			46.7	9.2	45	59.5
	14.		3.2		42.2	46.45	9.2		59.0
	15.		2.6		41.7	46.0	9.5		58.0
	16.		2.3		41.3	45.1	9.8		57.0
	17.				40.7	44.0	8.7		56.0
	18.		1.0		40.0	43.0	8.3		55.0
	19.		0.4		39.3	41.7	8.1		54.5
	20.		0.0			40.5	7.7		53.5
	21.	55	59.3		38.3	39.2	7.6		52.5
	22.		59.2		38.3	38.8	8.8		52.0
	23.		58.2		37.4	37.2	8.3		51.0
	24.		57.4			36.2	7.7		50.0
	25.		56.4			35.05	8.8		49.0
	26.				35.3	34.1	9.3		49.0
	28.		54.2			32.2	10.3		47.5
	29.		54.2		33.0	31.8	10.7		47.0
	30.		53.7		32.7	30.7	9.6		46.5
	31.		53.9			29.65	10.0		47.5
April	1.		53.8		32.8	28.4	9.2		47.0
	2.		53.0		31.9	26.7	9.2		46.5
	3.		52.9		31.7	25.2	8.7		46.5
	6.		51.4		30.7	21.2	10.0		45.5
	7.		51.2		30.2	20.15	9.3		45.0
	8.		51.4		30.4	19.3	9.2		45.0
	9.		50.7		29.6	18.0	9.2		44.5
	10.		51.0		29.9	16.5	8.7		45.0
	11.		50.7		29.7	14.95	8.5		45.0
	12.		49.7		28.9	13.2	9.2		44.5
	13.		49.9		28.9	12.2	10.1		44.5
	14.		49.7		28.5	11.2	10.8		44.0
	15.		49.7		28.9	10.5	11.4		44.0
	16.		49.7		28.7	10.0	11.7		43.5
	17.		49.8		28.9	9.0	12.7		43.5
	18.					7.65	13.2		43.0
	19.		48.9		27.7	6.6	14.3		43.0
	20.		48.2		27.2	5.55	13.6		42.5

Fall des Balles nach Chronometer-Zeit				Danz. Mittag Pendel 0 ^h .0 ^m =		Temp.	Auslösung d. Balles		
N.-Fahrw. Mittag.				Greenw. Mittag		Chron.-Zt.	Réaum.	N.-Fahrw. Pendel.	
1880 April 21.	23 ^h 55 ^m	47 ^s .5				4 ^s .0	14 ^o .1	22 ^h 45 ^m	42 ^s .5
	22.	46.8	1 ^h 10 ^m	25 ^s .8		2.45	14.7		42.5
	23.	46.2		25.2		1.15	14.2		42.5
	25.	45.8				58.5	13.7		42.5
	26.			24.0		57.0	13.6		42.5
	27.	44.2		23.3		55.5	13.7		42.0
	28.			22.9		53.75	13.5		42.0
	29.	43.3		22.3		52.1	13.6		42.0
	30.	43.0		22.2		50.95	13.3		41.5
Mai 1.		43.2		22.0		49.5	12.6		41.5
	2.	41.8		20.9		47.95	12.8		40.5
	3.	40.0		19.0		45.9	13.4		39.5
	4.	38.5				44.2	12.8		38.5
	5.	37.0				42.5	13.5		37.5
	6.	35.9		14.9		40.8	13.6		37.0
	7.	34.8		13.8		39.2	13.3		36.5
	8.	34.7		13.7		37.0	13.3		37.5
	9.	34.7		13.5		35.2	12.8		38.0
	11.	34.6		13.5		32.5	11.8		38.0
	12.	34.7		13.6		31.2	11.8		38.0
	13.	33.9		12.9		30.0	12.2		37.5
	14.	33.0		11.9		28.5	12.7		36.5
	15.	31.5		10.4		26.45	13.2		36.0
	17.	29.0 ¹⁾		8.9 ²⁾		23.0	13.8		35.0
	18.	29.0		7.8		21.45	12.8		35.0
	19.	28.0		7.2		19.8	13.0		34.5
	20.	27.6		6.5		18.1	13.3		34.5
	21.			5.9		16.25	12.6		34.0
	22.	25.8		4.9		14.5	12.8		33.5
	23.	25.4		4.5		12.7	12.3		33.5
	24.	25.0		3.9		11.0	12.6		33.5
	25.	24.5		3.0		9.15	13.7		33.5
	27.	20.9	9	59.9		5.8	14.6		31.5
	28.	19.9		59.0		4.75	16.1		31.0
	29.	19.7		58.6		4.0	15.3		31.0
	30.	19.7		58.7		3.2	15.3		31.0
	31.	19.7		58.5		2.1	14.8		31.0
Juni 1.		19.0		58.0		0.5	14.6		31.0
	2.	19.2		58.2		59.2	15.6		31.5
	3.	19.3		58.2		57.9	16.2		31.5

1) 2) Sturm.

Fall des Balles nach Chronometer-Zeit.				Danz. Mittag		Temp. Réaum.	Auslösung d. Balles		
N.-Fahrw. Mittag.				Greenw.-Mittag.	Chron.-Zt.		N.-Fahrw. Pendel.		
1880 Juni	4.	23 ^h 55 ^m	19 ^s .0			56 ^s .7	15 ^o .6	22 ^h 45 ^m	32 ^s .0
	5.		18.4			55.2	15.6		32.0
	6.		17.9	1 ^h 9 ^m	57 ^s .0	54.0	15.6		32.0
	7.		17.5		56.4	52.55	15.3		32.0
	8.		17.1		56.0	51.0	15.5		32.0
	9.				55.7	49.65	15.2		32.0
	10.		15.9			48.5	16.2		31.5
	11.		15.4		54.3	47.15	16.2		31.5
	12.				(53.4)	45.7	16.7		31.5
	13.				53.1	44.5	17.2		31.5
	14.		14.2		52.7	43.2	16.8		32.0
	15.		13.5		51.9	42.0	16.7		31.5
	16.		12.4		51.3	40.3	16.7		32.0
	17.		12.2		51.0	38.65	18.2		33.0
	18.		11.9		50.9	37.2	18.5		33.5
	19.		10.7		50.0	36.15	19.0		33.5
	20.				48.9	34.25	18.3		33.5
	21.		9.3			32.6	18.8		34.0
	22.		8.5		47.3	30.7	18.9		34.5
	23.		7.7		46.7	29.25	19.2		34.5
	24.		7.4		46.3	28.0	19.2		35.0
	25.		6.8		45.7	26.75	19.2		35.0
	26.		5.9		44.8	25.2	19.2		35.0
	27.		5.3		44.3	23.6	19.2		35.5
	28.		4.0		(42.6)	22.05	19.3		35.5
	29.		3.2		42.2	20.15	18.7		36.0
	30.		3.0			18.6	18.5		37.0
Juli	1.		2.7		41.5	17.0	19.2		37.5
	2.		2.2		41.1	15.5	19.3		38.0
	3.		1.7		40.7	14.35	19.8		38.5
	4.		1.4			13.15	19.35		39.0
	5.		0.9		39.7	11.7	19.7		39.5
	6.		0.0		38.9	10.0	18.9		40.0
	7.	54	59.7		38.5	8.0	19.3		41.0
	8.		59.2		38.1	6.1	20.0		42.0
	9.		58.1		37.2	4.5	20.3		42.5
	10.		57.9		37.2	3.25	20.7		43.0
	11.		57.7		36.8	2.0	20.2		43.5
	12.		57.7		36.7	1.0	20.8		44.0
	13.		57.9		36.7	0.1	20.8		44.5
	14.		58.75			59.45	21.1		45.5
	15.		57.5		36.3	57.7	21.3		45.5

Fall des Balles nach Chronometer-Zeit.				Danz. Mittag		Temp.	Auslösung d. Balles		
N.-Fahrw. Mittag				Pendel 0 ^s .0 =			N.-Fahrw. Pendel		
				Greenw. Mittag		Chron.-Zt.		Réaum.	
1880	Juli	16.	23 ^h 54 ^m	56 ^s .9	1 ^b 9 ^m	35 ^s .9	56 ^s .7	21 ^o .7	22 ^h 45 ^m 45 ^s .5
		17.		56.8		35.7	55.4	22.2	46.0
		18.		56.4		35.4	54.5	22.1	46.5
		19.		55.6			53.2	22.3	46.5
		20.		55.7			52.2	22.1	47.0
		21.		55.4		34.3	51.1	21.6	47.5
		22.		55.7		34.7	50.2	21.2	48.0
		23.		54.9		33.9	49.0	20.8	48.0
		24.		55.4		34.3	47.75	21.0	49.0
		25.		55.3		34.3	45.95	20.2	50.0
		26.		54.9		33.7	44.2	20.7	50.5
		28.				32.3	40.5	19.8	51.5
		29.		51.9		30.8	38.5	18.0	51.5
		30.		51.3		30.3	36.5	18.2	52.0
		31.		50.8		29.6	34.6	19.2	52.5
	Aug.	1.		49.7		28.5	32.75	18.3	52.5
		2.		48.9		27.8	30.9	17.7	53.0
		3.		48.1		27.1	28.84	18.8	53.5
		4.		47.6		26.7	26.9	17.8	54.0
		6.				24.3	23.8	17.3	53.5
		7.		44.7		23.7	22.1	18.1	54.0
		8.		(44.7)		23.3	20.5	18.1	54.5
		9.		43.8		22.8	18.7	18.8	55.0
		10.		43.8		22.8	17.2	18.4	55.5
		12.		43.7		22.8	14.9	18.8	57.0
		13.		43.8			14.0	19.6	57.5
		14.		43.7		22.6	12.9	20.2	58.0
		15.		43.7			12.2	19.8	58.5
		18.		42.3			8.7	20.2	46 0.5
		19.		42.7		21.5	7.6	20.3	1.5
		20.		42.7			6.2	20.7	2.5
		21.		42.9		21.9	4.7	20.8	3.5
		22.		42.8		21.75	3.2	21.2	4.5
		23.		42.7		21.8	1.9	21.3	5.0
		24.		43.1			0.7	21.7	6.0
		25.					59.5	21.2	6.5
		27.		42.4		21.4	57.2	21.3	7.5
		28.		42.3		21.4	55.85	20.8	8.0
		29.		41.8		20.7	54.55	20.8	8.0
		30.					53.2	20.5	9.0
		31.		40.9			51.6	20.1	9.0
	Septb.	1.		39.2		18.1	50.3	20.7	8.0

Fall des Balles nach Chronometer-Zeit.				Danz. Mittag Pendel 0 ^s .0 =		Temp.	Auslösung d. Balles					
	N.-Fahrw. Mittag			Greenw. Mittag		Chron.-Zt.	Réaum.	N.-Fahrw. Pendel.				
1880 Septb.	2.	23 ^h	54 ^m	37 ^s .8	1 ^h	9 ^m	16 ^s .7	48 ^s .75	20 ^o .8	22 ^h	46 ^m	8 ^s .0
	3.			37.3			16.3	47.55	20.6			8.5
	5.			36.7			15.4	45.1	21.1			10.0
	6.			36.8				43.8	21.2			11.0
	7.			36.4			15.3	42.45	21.3			12.0
	8.			35.8			14.8	41.0	21.6			12.5
	9.			35.7			14.9	39.5	21.5			13.5
	10.			34.9			13.8	38.2	21.0			13.5
	11.			34.7				36.7	20.6			14.0
	12.			33.7			12.85	34.8	19.8			14.5
	13.			33.85			12.8	33.6	19.5			15.5
	16.			30.8				29.4	17.8			15.5
	27.			20.3	8		59.3	9.2	13.8			17.5
	28.			19.0			58.15	7.1	14.8			17.5
	29.			18.1			57.1	4.9	14.2			18.0
Oetb.	1.			15.7			54.8	1.0	14.8			18.0
	4.			11.4				54.0	14.0			18.5
	6.			9.3			48.35	49.7	13.8			19.0
	8.			6.25			44.9	45.2	13.8			19.0
	10.			5.75				41.75	12.4			20.5
	12.			3.75			42.5	38.0	12.2			21.0
	13.			2.4			41.3	36.2	11.3			21.0
	15.			0.7			39.65	32.2	11.6			21.5
	16.	53		59.4			38.4	30.25	11.5			21.5
	20.			55.65			34.7	23.0	11.5			22.0
	24.			51.9			30.7	15.6	10.6			22.5
	25.			51.0			29.9	13.5	10.8			23.0
	28.			47.9			26.7	7.5	9.2			23.0
Novbr.	1.						22.8	58.0	8.6			24.5
	3.			41.8			20.8	53.7	8.8			25.0
	15.			25.8			4.8	31.2	9.2			22.0
	16.			24.8				29.2	9.2			21.5
	17.			23.9			2.8	27.45	9.2			21.5

Das Wiederfinden der offiziellen Zwischenzeit zwischen dem Neufahrwasser und Greenwicher Mittag an den Tagen, wo beide Signale beobachtet sind, giebt am besten über die Genauigkeit des nach der vorgeschriebenen Zeit die Auslösung des Balles bewirkenden Beamten Aufschluss, da der Umstand einer Aenderung der Uhrgänge bei der kurzen Dauer als ein nur unwesentliches Bedenken fortfällt. Die ferner in Betracht kommende Frage, ob der zwischen Andruck der Taste und Auffall verstreichende Zeitraum immer constant bleibt, findet weiterhin Erledigung. Zur näherungsweisen Verbesserung durch den

Chronometer-Urgang habe ich, um die Rechnung bequem auf Zehntel der Secunde abzuschliessen, in der ersten Abtheilung der Beobachtungen bis zum 14. September 1879 die Differenz der Mittagszeiten immer mit der Correction $+\frac{2^s}{10}$, in der zweiten mit der Correction $+\frac{1^s}{10}$ verbessert. Der kleinere Gang des Chronometers trat nämlich ein, seitdem dasselbe gereinigt war. Von der geringfügigen Correction seitens der Neufahrwasser Uhr, welche höchstens einige Hundertel Secunde bisweilen werden kann, ist abgesehen worden. Werden nun zwei Gruppen Beobachtungen unterschieden, solche (I), bei denen der Beamte mit dem vollen Pendelschlag den Zeitballfall bewerkstelligt hat, und solche (II), für welche die Schätzung der halben Secunde als Nothwendigkeit hinzutritt, in der letzten Columnne aus den Decimalen 0 oder 5 erkennbar, so stellen sich, abgesehen von sehr wenigen Fällen, welche in der Mittheilung der Beobachtung durch Beifügung der Klammer () als Störungen bei der Controlle oder mit der Anmerkung „Sturm“ bezeichnet sind und der Zeitballstation nicht als Fehlgriffe zur Last gelegt werden dürfen, durch Zusammenfassen der nach Zehntel-Secunden im positiven und negativen Sinne bis zu $\frac{4}{10}$ geordneten Abweichungen folgende Summen heraus:

	+ 0 ^s .4		+ 0 ^s .3	+ 0 ^s .2	+ 0 ^s .1	0 ^s .0	— 0 ^s .1	— 0 ^s .2	— 0 ^s .3	— 0 ^s .4
Anzahl d.	I.	2	2	5	21	39	43	21	8	3
Abweich.	II.	1	2	4	33	26	41	27	9	4

Aus dem Vergleiche der Abweichungen I. und II. ist ersichtlich, dass die Schätzung der halben Secunde mit demselben Grade von Genauigkeit vollzogen ist, wie sie der vollen Secunde beikommt. Ferner macht sich eine Verzerrung der Abweichungen nach dem negativen Sinne bemerklich. Grund dieser Verzerrung ist zum grössten Theile die unrichtige Auffassung, dass für die mittlere Correction des Chronometerganges grössere Beträge, $+\frac{2^s}{10}$ und $+\frac{1^s}{10}$, genommen wurden, während 0^s.165 statt 0^s.2 und 0^s.055 statt 0^s.1 die genauere Rechnung ergibt. Da nun die beiden genaueren Zahlen sehr nahe die Mittel zwischen 0^s.2 und 0^s.1 und zwischen 0^s.1 und 0^s.0 sind, so erhält man eine der Wahrheit näher kommende Auffassung, wenn man in dem Fehlertableau ebenfalls Mittelwerthe einführt. Hierdurch gestaltet sich dasselbe um zu:

	+ 0 ^s .4		+ 0 ^s .3	+ 0 ^s .2	+ 0 ^s .1	+ 0 ^s .0	— 0 ^s .1	— 0 ^s .2	— 0 ^s .3	— 0 ^s .4
Anzahl	I.	2.0	3.5	13.0	30.0	41.0	32.0	14.5	5.5	2.5
der Abw.	II.	1.5	3.0	18.5	29.5	33.5	34.0	18.0	6.5	2.5

daher I. und II. zusammen:

3.5	6.5	31.5	59.5	74.5	66.0	32.5	12.0	5.0
-----	-----	------	------	------	------	------	------	-----

Wird von dem Vorzeichen der Abweichungen abgesehen, so erhält man durch Summation der um 0°.0 symmetrisch vertheilten Grössen folgende Werthe:

Abw.:	Anzahl:
0°.0	74.5
0.1	125.5
0.2	64.0
0.3	18.5
0.4	8.5

Es ist die Frage, ob der Zufall in dieser Zusammenstellung den Gesetzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung Folge leistet. Bilden wir daher die Summe der Quadrate der Abweichungen = 6.84, so erhalten wir durch Division der Anzahl der Beobachtungen 291 das mittlere Fehlerquadrat:

$$qq = 0.023505, \text{ folglich:}$$

$$q = 0.1533$$

und die wahrscheinliche Abweichung:

$$w = 0.6745 \cdot q$$

$$= 0.1034$$

Die Ausrechnung der gesammten Fehler dargestellt durch die Form $\int y \, dx$ für die Grenzwerte x ergibt nun:

$$x = \frac{0.05}{0.1034} = 0.4836 \quad \int y \, dx = 0.2559$$

$$= \frac{0.15}{0.1034} = 1.4507 \quad = 0.6719$$

$$= \frac{0.25}{0.1034} = 2.4178 \quad = 0.8970$$

$$= \frac{0.35}{0.1034} = 3.3849 \quad = 0.9775$$

Der erste Werth 0.2559 bezeichnet die Verhältnisszahl der Fehler, kleiner als 0°.05 also = 0, der zweite 0.6719 die Verhältnisszahl derjenigen, die kleiner als 0°.15 sind. Durch Subtraction erhält man die relative Zahl der Fehler von der Grösse 0°.1, und die absolute Zahl durch Multiplication mit der Anzahl 291, daher die Zahl 74.4, u. s. w. Es ergibt sich daher folgende Zusammenstellung der durch Beobachtung und Rechnung abgeleiteten Grössen:

Abw.	Beob.	Rechn.
0°.0	74.5	74.4
0.1	125.5	121.1
0.2	64.0	65.5
0.3	18.5	23.4
0.4	8.5	6.6

Die Fehler kommen, wie diese Uebereinstimmung zeigt, ihrer Grösse nach in richtigem Verhältniss vertheilt vor; daher verdienen die Signalbeobach-

tungen auch die Berücksichtigung, welche sie in der weiteren Ermittlung der Danziger Uhrgänge gefunden haben.

Für die 56 Termine, an welchen ich auf dem Telegraphenbureau unter Benutzung meines während 60^s 150 Schläge machenden Taschenchronometers gewöhnlich gegen $\frac{1}{2}$ 3 Uhr Nm. (Königsb. Zeit) die 13 Neufahrwasser Uhrsignale empfang, sind die auf der Königsberger Sternwarte ermittelten Correctionen der Neu-Fahrw. Uhr in der folgenden Tafel IV. angegeben. Zu 0^s.0 dieser Uhr habe ich die entsprechenden Secunden des Chronometers Kessels zugefügt, mit welchem das Taschenchronometer unmittelbar vor dem etwa 6 Minuten in Anspruch nehmenden Gange nach dem Bureau verglichen wurde. Die gemeinhin erst 2 Stunden später vorgenommene Wiederholung des Vergleiches gab selten zu wesentlichem Zweifel über die definitiv zu verwendende Zahl Anlass.

Dagegen zeigten sich manchmal unter den 13 Vergleichen solche die bis $\frac{3^s}{10}$

Abweichung vom Mittel haben; ihre Entstehung ist durch Nebengeräusche zu erklären, welche unvermeidlich auftreten mussten, da der gewöhnliche Betrieb im Bureau während der Zeitvergleichen nicht sistirt war. Indessen dürfte das Mittel aus den 13 Beobachtungen, welche öfter auch wiederholt wurden, eine nur unerhebliche, durch die Störung verursachte Abweichung an sich tragen.

Wie exact aber die Signale abgegeben werden, darüber möge folgende Analyse Auskunft geben. In einigen wenigen Fällen nahm ich den Papierstreifen, der beim Telegraphiren sich abwickelt, und in gewissen Intervallen 13 mit Tinte gezogene Striche enthält, zur Untersuchung mit. Die Nachmessung beispielsweise an einem solchen Streifen lieferte als Mittelwerth aus den 12 dem Zeitraum von 5^s entsprechenden Entfernungen zwischen den Anfangspunkten der Striche 128.9 Millim. und zwar folgende Einzelwerthe und Abweichungen Δ vom Mittel, ausgedrückt in Millim. und Zeit:

	Δ	
127.0 ^{mm}	1.9 ^{mm} =	0 ^s .07
128.5	0.4	0.02
129.0	— 0.1	0.00
130.0	— 1.1	— 0.04
127.5	1.4	0.05
129.0	0.1	0.00
130.0	— 1.1	— 0.04
130.5	— 1.6	— 0.06
126.5	2.4	0.09
131.0	— 2.1	— 0.08
128.0	0.9	0.03
130.0	— 1.1	— 0.04
Mittel 128.9		

Die mittlere Abweichung beträgt also 0^s.04 und nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung der wahrscheinliche Fehler des Resultates 0^s.01. Die Endpunkte der Striche kommen eigentlich für die Beobachtung ausser Betracht, indem die

Länge der Striche die Dauer des jedesmaligen Andrucks der Taste repräsentirt. Die Nachmessung der 13 Strichlängen ergibt in unserm Beispiel folgende höchst übereinstimmenden Werthe:

14.5 ^{mm}	= 0 ^s .56 — $\triangle$ 0 ^s .05
13.5	0 .52 — 0 .01
13.5	0 .52 — 0 .01
13.5	0 .52 — 0 .01
12.0	0 .47 — 0 .04
14.0	0 .54 — 0 .03
12.5	0 .49 — 0 .02
12.0	0 .47 — 0 .04
12.5	0 .49 — 0 .02
13.5	0 .52 — 0 .01
13.0	0 .51 — 0 .00
14.0	0 .54 — 0 .03
12.0	0 .47 — 0 .04

Die Abweichungen $\triangle$ vom Mittel 0^s.51 sind ausserordentlich gering, die Extreme der Zahlen für die Dauer betragen: 0^s.56 und 0^s.47.

Was den Vergleich des Secundenpendels mit einem Chronometer betrifft, das wie das unsere 5 statt 4 Schläge macht, so möchte nach meiner Ansicht derselbe wenigstens nicht ungünstiger als mit dem Halbensecunden-Chronometer sich herausstellen, da vier verschiedene Intervalle wiederholentlich zur Schätzung kommen, während sonst die Auffassung immer derselben Zehnteldifferenz möglicher Weise mit dem vollen persönlichen Fehler behaftet sein kann. Einige Uhrvergleiche, und zwar die letzten 6, sind übrigens mit dem Chronometer Kessels vorgenommen worden.

Tab. IV.

V.			m. Kgsb.-Zt.	Corr. d. N.-Fahrw.-Uhr.	0 ^s .0 = Chron.-K.
79 Juni	7.	4 ^h 44 ^m Nm.	+ 1 ^h 21 ^m 32 ^s .12	50 ^s .72	
	30.	3 21	19.71	25.54	
Juli	2.	3 0	18.54	18.96	
	7.	3 20	15.39	58.93	
	13.	2 47	11.46	35.97	
	14.	4 1	11.03	31.60	
	17.	2 42	8.84	20.81	
	19.	2 36	6.69	13.15	
	23.	2 40	4.19	58.40	
	29.	2 22	1.65	37.20	
August	2.	2 40	20 59.39	22.36	
	8.	2 40	56.10	0.59	
	16.	2 30	52.51	31.35	
	21.	2 38	49.74	12.03	
	28.	2 44	45.43	44.58	
Sept.	5.	2 9	41.96	13.39	

		m. Kgsb.-Zt.		Corr. d. N.-Fahrw.-Uhr.		0 ^s .0 = Chron.-s		
1879	Sept. 8.	2 ^h	38 ^m	Nm.	+	1 ^h 20 ^m	40 ^s .79	1 ^s .03
	Oct. 9.	2	10				29.59	26.28
	14.	2	33				28.95	20.10
	21.	2	27				28.70	9.92
	23.	2	27				28.45	6.86
	29.	2	41				27.65	58.30
	Nov. 6.	2	46				26.85	50.57
	15.	2	50				26.26	42.88
	18.	2	32				26.40	39.17
	28.	2	29				28.71	26.55
	Dezbr. 5.	2	34				31.49	19.96
	11.	2	30				35.14	14.26
	23.	3	7				41.50	2.88
1880	Jan. 8.	2	40				47.96	48.39
	15.	2	30				50.44	42.22
	Febr. 24.	2	18			21	10.71	8.05
	März 9.	2	26				17.75	2.36
	20.	2	25				26.14	5.47
	April 1.	2	20				32.06	5.84
	10.	2	17				34.15	4.63
	17.	2	25				36.04	5.16
	20.	2	35				36.22	4.36
	Mai 1.	2	30				39.45	0.27
	8.	2	20				40.93	56.04
	15.	2	18				43.53	54.13
	22.	2	31				46.50	51.08
	27.	2	26				48.00	48.09
	Juni 3.	2	38				48.09	46.29
	11.	2	17				47.63	42.65
	18.	5	19				45.88	36.73
	26.	2	23				43.34	29.40
	Juli 3.	2	20				39.96	21.92
	10.	2	12				36.43	13.59
	16.	2	12				33.89	10.24
	24.	2	17				29.85	5.06
	August 3.	11	23	Vm.			26.12	53.25
	10.	11	51				23.27	47.14
	18.	11	48				17.17	40.67
	27.	11	43				12.56	33.70
	Sept. 8.	11	45				6.42	22.16

Werden mit Hilfe dieser N.-Fahrwasser Uhr-Correctionen die an den aufgeführten 56 Tagen gemachten Zeitballbeobachtungen berechnet, so ergibt der Vergleich, den die fernere Tafel V enthält, auch den Gang des Chronometers

und der Pendeluhr in Danzig, und zwar ohne Anwendung der Danziger Zeitbestimmung. In dieser Tafel sind zunächst die Chronometerzeiten für den N.-Fahrw. Mittag Zeitballfall angegeben, aber als Mittelwerthe, wie sie die Zuziehung der Greenw.-Signale modificirt, alsdann die Differenzen oder Chronometerzeitbeträge zwischen je zwei auf einander folgenden Terminen, ferner die entsprechenden aus der Tafel III zu entnehmenden auf volle und halbe Secunden abgerundeten N.-Fahrw. Zeit-Differenzen und die nachträglich verbesserten aus der IV. Tafel. Durch Subtraction der beiden letzteren Zahlen von einander ergibt sich dann die Correction, womit die Chronometerdifferenz verbessert als $\triangle$ aufgeführt ist. Mittelst Division durch die Anzahl Tage erhält man demnach den mittleren täglichen Gang des Chronometers. Die betreffenden in der III. Tafel vorzunehmenden Subtractionen der für die Pendelzeit 0^s.0 angeführten Zeiten finden sich in der Columnne $\triangle - \triangle'$. Wird in diesen Grössen für $\triangle$ der Werth substituirt, so erhält man $\triangle'$, und durch Division mit der Anzahl der Tage auch den täglichen Gang des Pendels.

Tab. V.

Fall. N.-Fahrw. Mittag		Chron.-Zeit.		N.-Fahrw. Uhr		Chron.		Danz. Pend.		Anzahl	m. tagl. Gang	
1879				Diff.	verbess. D.	Correct.	$\triangle$	$\triangle - \triangle'$	$\triangle'$	der Tage.	Chron.	Pendel.
Juni 7.	23 ^h 34 ^m 36 ^s .77			73 ^s .37	— 12 ^s .0	— 12 ^s .44	— 0 ^s .44	72 ^s .93	96 ^s .2	— 23 ^s .27	23	3 ^s .17 — 1 ^s .01
30.	33 26 .40			5 .45	— 1 .5	— 1 .17	0 .33	5 .78	7 .5	— 1 .72	2	2 .89 — 0 .86
Juli 2	20 .95			16 .20	— 3 .5	— 3 .15	0 .35	16 .55	22 .2	— 5 .65	5	3 .31 — 1 .13
7.	4 .75			19 .40	— 4 .0	— 3 .93	0 .07	19 .47	26 .0	— 6 .53	6	3 .24 — 1 .09
13.	32 45 .35			3 .30	— 0 .5	— 0 .43	0 .07	3 .37	4 .1	— 0 .73	1	3 .37 — 0 .73
14.	42 .05			9 .80	— 1 .5	— 2 .22	— 0 .72	9 .08	12 .2	— 3 .12	3	3 .03 — 1 .04
17.	32 .25			6 .35	— 1 .5	— 2 .15	— 0 .65	5 .70	7 .8	— 2 .10	2	2 .85 — 1 .05
19.	25 .90			10 .05	— 4 .5	— 2 .50	2 .00	12 .05	15 .7	— 3 .65	4	3 .01 — 0 .91
23.	15 .85			19 .75	— 1 .5	— 2 .54	— 1 .04	18 .71	24 .7	— 5 .99	6	3 .12 — 1 .00
29.	31 56 .10			12 .85	— 2 .0	— 2 .26	— 0 .26	12 .59	16 .3	— 3 .71	4	3 .15 — 0 .93
Aug. 2.	43 .25			18 .40	— 3 .5	— 3 .29	0 .21	18 .61	24 .2	— 5 .59	6	3 .10 — 0 .93
8.	24 .85			25 .05	— 4 .0	— 3 .59	0 .41	25 .46	34 .3	— 8 .84	8	3 .18 — 1 .10
16.	30 59 .80			16 .65	— 2 .5	— 2 .77	— 0 .27	16 .38	21 .85	— 5 .47	5	3 .28 — 1 .09
21.	43 .15			23 .65	— 4 .0	— 4 .31	— 0 .31	23 .34	30 .65	— 7 .31	7	3 .36 — 1 .04
28.	19 .50			27 .10	— 4 .0	— 3 .47	0 .53	27 .63	35 .8	— 8 .17	8	3 .45 — 1 .02
Sept. 5.	29 52 .40			11 .20	— 1 .0	— 1 .17	— 0 .17	11 .03	14 .3	— 3 .27	3	3 .68 — 1 .09
8.	41 .20											

1879	Fall. N.-Fahrw. Mittag			N.-Fahrw. Uhr			Chron.		Danz. Pend.		An- zahl der Tage.	m. tagl. Gang	
	Chron.-Zeit.	Diff.		Diff.	verbess. D.	Correct.	$\triangle$	$\triangle - \triangle'$	$\triangle'$			Chron.	Pendel.
Sept. 8.	23 ^h 29 ^m 41 ^s .20		(23 ^s .85) — 12 ^s .0	— 11 ^s .20	0 ^s .80	24 ^s .65	51 ^s .9	— 27 ^s .25	31	—	—	0 ^s .88	
Octb. 9.	23 59 17.35												
		5.55	0.0	— 0.64	— 0.64	4.91	9.8	— 4.89	5	0 ^s .98	— 0.98		
14.	11.80	9.50	— 0.5	— 0.25	0.25	9.71	17.7	— 7.95	7	1.39	— 1.14		
21.	2.30	3.55	0.5	— 0.25	— 0.75	2.80	4.8	— 2.00	2	1.40	— 1.00		
23.	58 58.75	7.45	— 1.0	— 0.80	0.20	7.65	13.2	— 5.55	6	1.27	— 0.92		
29.	51.30	7.00	— 1.0	— 0.80	0.20	7.20	14.5	— 7.30	8	0.90	— 0.91		
Nov. 6.	44.30	7.90	0.0	— 0.59	— 0.59	7.31	15.65	— 8.34	9	0.81	— 0.93		
15.	36.40	2.95	— 0.5	0.14	0.64	3.59	6.85	— 3.26	3	1.20	— 1.09		
18.	33.45	13.65	1.0	2.31	1.31	14.96	21.0	— 6.04	10	1.50	— 0.60		
28.	19.80	10.06	3.5	2.78	— 0.72	9.34	11.7	— 2.36	7	1.33	— 0.34		
Dec. 5.	(9.74)	10.34	4.5	3.65	— 0.85	9.49	11.5	— 2.01	6	1.58	— 0.34		
11.	57 59.40	17.75	6.5	6.35	— 0.15	17.60	21.5	— 3.90	12	1.47	— 0.32		
23.	41.65	20.40	6.0	6.47	0.47	20.87	34.8	— 13.93	16	1.30	— 0.87		
1880		9.35	3.0	2.48	— 0.52	8.83	12.8	— 3.97	7	1.26	— 0.57		
Jan. 8.	21.25	52.60	18.5	20.27	1.77	54.37	13.2	— 18.83	40	1.36	— 0.47		
15.	11.90	13.50	7.5	7.04	— 0.46	13.04	26.1	— 13.06	14	0.93	— 0.93		
Febr. 24.	56 19.30	5.80	9.0	8.39	— 0.61	5.19	10.1	— 4.91	11	0.47	— 0.45		
März 9.	5.80	6.20	6.5	5.92	— 0.58	5.62	12.1	— 6.48	12	0.47	— 0.51		
20.	0.00	2.85	2.0	2.09	0.09	2.94	11.9	— 8.96	9	0.33	— 1.00		
April 1.	55 53.80	1.10	1.5	1.89	0.39	1.49	7.5	— 6.01	7	0.21	— 0.86		
10.	50.95	1.65	1.0	0.18	— 0.82	0.83	3.45	— 2.62	3	0.28	— 0.87		
17.	49.85	5.10	1.0	3.23	2.23	7.33	16.05	— 8.72	11	0.67	— 0.79		
20.	48.20	8.40	4.0	1.48	— 2.52	5.88	12.5	— 6.62	7	0.84	— 0.95		
Mai 1.	43.10	3.25	1.5	2.60	— 1.10	4.35	10.55	— 6.20	7	0.62	— 0.89		
8.	34.70	5.60	2.5	2.97	0.47	6.07	11.95	— 5.88	7	0.87	— 0.84		
15.	31.45												
22.	25.85												

Fall. N.-Fahrw. Mittag								An-				m. tagl. Gang	
1880	Chron.-Zeit.			N.-Fahrw. Uhr		Chron.		Danz. Pend. der		Tage.		Chron.	Pendel.
Mai 22.	23 ^h 55 ^m 25 ^s .85	Diff.		Diff.	verbess. D.	Correct.	Δ	$\Delta - \Delta'$	Δ'				
		4 ^s .95		2 ^s .0	1 ^s .50	— 0 ^s .50	4 ^s .45	8 ^s .7	—	4 ^s .25	5	0 ^s .89	— 0 ^s .85
27.	20.90												
		1.65		0.0	0.09	0.09	1.74	7.9	—	6.16	7	0.25	— 0.88
Juni 3.	19.25												
		3.90		0.0	— 0.46	— 0.46	3.41	10.75	—	7.31	8	0.43	— 0.91
11.	15.35												
		3.45	— 2.0	—	1.71	0.29	3.74	9.95	—	6.21	7	0.53	— 0.89
18.	11.90												
		6.05	— 1.5	—	2.58	— 1.08	4.97	12.0	—	7.03	8	0.62	— 0.88
26.	5.85												
		4.15	— 3.5	—	3.38	0.12	4.27	10.85	—	6.58	7	0.61	— 0.94
Juli 3.	1.70												
		3.65	— 4.5	—	3.53	0.97	4.62	11.1	—	6.48	7	0.66	— 0.93
10.	54 58.05												
		1.15	— 2.5	—	2.54	— 0.04	1.11	6.55	—	5.44	6	0.19	— 0.91
16.	56.90												
		1.55	— 3.5	—	4.04	— 0.54	1.01	8.95	—	7.94	8	0.13	— 0.99
24.	55.35												
		7.25	— 4.5	—	3.78	0.72	7.97	18.91	—	10.94	10	0.80	— 1.09
Aug. 3.	48.10												
		4.28	— 2.0	—	2.85	— 0.85	3.43	11.64	—	8.21	7	0.49	— 1.17
10.	43.82												
		1.52	— 5.0	—	6.10	— 1.10	0.42	8.5	—	8.08	8	0.05	— 1.01
18.	42.30												
		— 0.10	— 7.0	—	4.61	2.39	2.29	11.5	—	9.21	9	0.25	— 1.02
27.	42.40												
		6.60	— 5.0	—	6.14	— 1.14	5.46	16.2	—	10.74	12	0.46	— 0.90
Sept. 8.	35.80												

Da in der vorstehenden Tabelle die Tagesintervalle zwischen den unveränderten Mitteln der beiden Signalzeiten mit Neufahrwasser Zeiten in Vergleich gebracht worden sind, welche den im Durchschnitt 2 Stunden später beginnenden Tagen entsprechen, so werden die mitgetheilten Zahlen zwar mit kleinen Ungenauigkeiten behaftet sein, auf das abzuleitende Resultat aber dürfte die geübte Vernachlässigung von ganz unwesentlichem Einfluss sein. An 3 Tagen, nämlich 1879 Septbr. 8., 1880 März 20. und August 18., konnte nur eine Zeitballbeobachtung verwendet werden. Die für den 5. December 1879 angeführte eingeklammerte Zahl ist keine Beobachtung, sondern Resultat eine Interpolation, entstanden durch Annahme der Gleichheit des Pendeluhrganges um diesen Termin herum.

An die in dem Bisherigen aufgestellten Tabellen knüpft sich nun die Berechnung des Längenunterschiedes in der Weise, wie hier an dem ersten Termin, 1879 Juni 7., näher auseinander gesetzt wird.

Durch Vergleich der Zeiten auf dem Telegraphenbureau wurde gefunden:

N.-Fahrwasser-Pendel 3^h 23^m 0^s.00

wozu die Correction 1 21 32.12

also 4 44 32.12 Kgsb. Zeit = Chron. Danzig 4^h 11^m 50^s.72.

Diese Zahlen sind aus der Tabelle IV. zu entnehmen.

Der unverbesserte Unterschied beträgt:

$$32^m \ 41^s.40$$

Die Danziger Zeitbestimmung für den Juni 8. um 9^h 10^m m. Danz. Zeit enthält Tafel I. Die Correction des Pendels — 12^m 30^s.85 und mit Verwendung des Uhranges aus Tabelle V. folgt die Pendeluhrcorrection für:

$$\text{Juni 7. Danz. Mittag} - 12^m \ 29^s.46.$$

Da nun Mittags das Pendel 0^h 12^m 29^s.46 zeigte, und 29^s.46 früher die Pendelsecunde 0.0 der Chronometerzeit 23^h 34^m 11^s.4 (Taf. III.) entsprach, so ist:

$$0^h \ 12^m \ 29^s.46 \text{ Pendeluhr} = 23^h \ 34^m \ 40^s.86 \text{ Chron.}$$

daher die Chronometer-Correction Juni 7. Danz. Mittag:

$$+ \ 25^m \ 19^s.14.$$

Durch Zusatz der Chron.-Verbesserung, welche aus dem Uhrgang der Taf. V. ermittelt wird, für den 4^h 37^m m. Danz. Zt. (= 4^h 44^m Kgsb. Zt.) an diesem Tage unternommene Uhrvergleich auf dem Telegraphenbureau = + 0^s.58, ergibt sich die Chronometer-Correction:

$$+ \ 25^m \ 19^s.72$$

und durch Abzug dieser Grösse von dem obigen unverbesserten Unterschied die Längendifferenz:

$$7^m \ 21^s.68.$$

Die Zahlen, welche in obiger Auseinandersetzung unterstrichen sind, findet man als die für die erste Beobachtung in Betracht kommenden Grössen in der folgenden Tafel VI. wieder. Die in der hier mit I bezeichneten Columnne aufgeführten Pendeluhrcorrectionen sind diejenigen, welche den Terminen der Danziger Zeitbestimmung sich nahe anschliessen und mit dieser berechnet sind: die zugehörigen ebenfalls unter Rubrik I stehenden 20 Längen-Differenzbestimmungen gelten als solche, welche eigentlich zur Lösung unserer Aufgabe in Anwendung kommen. Wird nun eine beliebige dieser Bestimmungen als die einzige zwischen Königsberg und Danzig ermittelte angesehen, so können, wenn wir von dieser ausgehen, durch Zuhülfenahme der in der Tabelle V. unter Rubrik „Danz. Pend.“ angeführten Zahlen also durch Benützung der Königsberger Zeitbestimmung allein die Uhrstände unseres Pendels gefunden werden. Damit erhalten wir 56 relativ zu deutende Längendifferenzbestimmungen, deren Verwerthung, insofern sie eine Vermehrung des telegraphischen Signalmaterials repräsentiren, wünschenswerth erscheint. Wählen wir als Ausgangsbeobachtung die erste, so werden die Uhrcorrectionen:

$$\text{Juni 7.} \quad -12^m \ 29^s.46$$

$$\triangle' = \quad -23 \ 27$$

$$\text{Juni 30.} \quad -12 \ 52.73$$

$$\triangle' = \quad -1 \ 72$$

$$\text{Juli 2.} \quad -12 \ 54.45$$

u. s. w.

Diese Zahlen für die Pendelcorrection, wie auch die zugehörigen Resultate für die Längendifferenz sind wiedergegeben in den Columnen II.

Tab. VI.

1879	Königs- berg.	Danzig - Correctionen.							II. Langen-Differenz.
		II. Pendelsuhr.	I.	Chronometer.					I.
Juni	7.	41 ^s .40	— 12 ^m 29 ^s .46	29 ^s .46	40 ^s .86	+	25 ^m 19 ^s .14	19 ^s .72	7 ^m 21 ^s .68 21 ^s .68
			11 4				0 58		
	30.	54 .17	— 12 52 .73	52 .68	27 .93	+	26 32 .07	32 .47	21 .70 21 .65
			35 .2				0 .40		
Juli	2.	59 .58	— 12 54 .45	54 .72	22 .15	+	26 37 .85	38 .24	21 .34 21 .61
			27 .7				0 .39		
	7.	16 .46	— 13 0 .10		5 .60	+	26 54 .40	54 .85	21 .61
			5 .5				0 .45		
	13.	35 .49	— 13 6 .63		46 .13	+	27 13 .87	14 .22	21 .27
			39 .5				0 .35		
	14.	39 .43	— 13 7 .36		42 .76	+	27 17 .24	17 .77	21 .66
			35 .4				0 .53		
	17.	48 .03	— 13 10 .48	10 .52	33 .68	+	27 26 .32	26 .64	21 .39 21 .43
			23 .2				0 .32		
	19.	53 .54	— 13 12 .58	12 .60	27 .98	+	27 32 .02	32 .31	21 .23 21 .25
			15 .4				0 .29		
	23.	5 .79	— 13 16 .23		15 .93	+	27 44 .07	44 .41	21 .38
			59 .7				0 .34		
	29.	24 .45	— 13 22 .22	22 .63	57 .22	+	28 2 .78	3 .08	21 .37 21 .78
			35 .0				0 .30		
Aug.	2.	37 .03	— 13 25 .93		44 .63	+	28 15 .37	15 .71	21 .32
			18 .7				0 .34		
	8.	55 .51	— 13 31 .51		26 .02	+	28 33 .98	34 .32	21 .19
			54 .5				0 .34		
	16.	21 .16	— 13 40 .36		0 .56	+	28 59 .44	59 .76	21 .40
			20 .2				0 .32		
	21.	37 .71	— 13 45 .83	45 .65	44 .18	+	29 15 .82	16 .17	21 .54 21 .36
			58 .35				0 .35		
	28	0 .85	— 13 53 .14		20 .84	+	29 39 .16	39 .54	21 .31
			27 .7				0 .38		
Sept.	5.	28 .57	— 14 1 .31	1 .18	53 .21	+	30 6 .79	7 .12	21 .45 21 .32
			51 .9				0 .33		
	8.	39 .76	— 14 4 .58		42 .18	+	30 17 .82	18 .21	21 .55
			37 .6				0 .39		
Oct	9.	3 .31	— 14 31 .83		17 .53	+	0 42 .47	42 .55	20 .76
			45 .7				0 .08		
	14.	8 .85	— 14 36 .72		12 .62	+	0 47 .38	47 .48	21 .37
			35 .9				0 .10		
	21.	18 .78	— 14 44 .67	44 .35	2 .87	+	0 57 .13	57 .27	21 .51 21 .19
			18 .2				0 .14		
	23.	21 .59	— 14 46 .67	46 .49	0 .07	+	0 59 .93	0 .07	21 .52 21 .34
			13 .4				0 .14		
	29.	29 .35	— 14 52 .22		52 .42	+	1 7 .58	7 .70	21 .65
			0 .2				0 .12		
Nov.	6.	36 .28	— 14 59 .52		45 .22	+	1 14 .78	14 .88	21 .40
			45 .7				0 .10		
	15	43 .38	— 15 7 .86		37 .91	+	1 22 .09	22 .20	21 .18
			30 .05				0 .11		
	18.	47 .23	— 15 11 .12	11 .01	34 .32	+	1 25 .68	25 .83	21 .40 21 .29
			23 .2				0 .15		

1879 1880	Königs- berg.	Danzig - Correctionen.							II. I. Langen-Differenz.	
		II. Pendeluhr.		I. Chronometer.						
Nov. 28.	2 ^s .16	— 15 ^m	17 ^s .16 2.2		19 ^s .36	+	1 ^m	40 ^s .64 0.14	40 ^s .78	7 ^m 21 ^s .38
Dez. 5.	11.53	— 15	20.00 50.5	19 ^s .93	10.50	+	1	49.50 0.16	49.66	21.87 21 ^s .80
11.	20.88	— 15	21.53 39.0		0.53	+	1	59.47 0.15	59.62	21.26
23.	38.62	— 15	25.43 17.5	24.60	42.93	+	2	17.07 0.17	17.24	21.37 20.54
Jan. 8.	59.57	— 15	39.36 42.7		22.06	+	2	37.94 0.14	38.08	21.49
15.	8.22	— 15	43.33 29.9	42.91	13.23	+	2	46.77 0.13	46.90	21.32 20.90
Febr. 24.	2.66	— 16	2.16 16.7		18.86	+	2	41.14 0.12	41.26	21.40
März 9.	15.39	— 16	15.22 50.6	14.81	5.82	+	2	54.18 0.07	54.25	21.11 20.73
20.	20.67	— 16	20.13 40.5		0.63	+	2	59.37 0.05	59.42	21.25
April 1.	26.22	— 16	26.61 28.4		55.01	+	3	4.99 0.05	5.04	21.18
10.	29.52	— 16	35.57 16.5		52.07	+	3	7.93 0.04	7.97	21.55
17.	30.88	— 16	41.58 9.0		50.58	+	3	9.42 0.05	9.47	21.41
20.	31.86	— 16	44.20 5.55	44.17	49.75	+	3	10.25 0.07	10.32	21.54 21.51
Mai 1.	39.18	— 16	52.92 49.5		42.42	+	3	17.58 0.07	17.65	21.53
8.	44.89	— 16	59.54 37.0		36.54	+	3	23.46 0.07	23.53	21.36
15.	49.40	— 17	5.74 26.45		32.19	+	3	27.81 0.08	27.89	21.51
22.	55.42	— 17	11.62 14.5		26.12	+	3	33.88 0.08	33.96	21.46
27.	59.91	— 17	15.87 5.8	15.80	21.67	+	3	38.33 0.05	38.38	21.53 21.46
Juni 3.	1.80	— 17	22.03 57.9		19.93	+	3	40.07 0.04	40.11	21.69
11.	4.98	— 17	29.34 47.15		16.49	+	3	43.51 0.04	43.55	21.43
18.	9.15	— 17	35.55 37.2	34.74	12.75	+	3	47.25 0.12	47.37	21.78 20.97
26.	13.94	— 17	42.58 25.2		7.78	+	3	52.22 0.05	52.27	21.67
Juli 3.	18.04	— 17	49.16 14.35		3.51	+	3	56.19 0.05	56.54	21.50
10.	22.84	— 17	55.64 3.25		58.89	+	4	1.11 0.03	1.14	21.70

1880	Königs- berg.	Danzig - Correctionen.							II. I. Langen-Differenz.		
		II. Pendeluhr.		I. Chronometer.							
Juli 16.	23 ^s .65	— 18 ^m	1 ^s .08		57 ^s .78	+	4 ^m	2 ^s .22	2 ^s .23	7 ^m	21 ^s .42
			56.7					0.01			
24.	24.79	— 18	9.02	8 ^s .86	56.77	+	4	3.23	3.24	21.55	21 ^s .39
			47.75					0.01			
Aug. 3.	32.87	— 18	19.96		48.80	+	4	11.20	11.18	21.69	
			28.84					— 0.02			
10.	36.13	— 18	28.17		45.37	+	4	14.63	14.63	21.50	
			17.2					0.00			
18.	36.50	— 18	36.25		44.95	+	4	15.05	15.05	21.45	
			8.7					0.00			
27.	38.86	— 18	45.46	44.98	42.66	+	4	17.34	17.34	21.52	21.04
			57.2					0.00			
Sept. 8.	44.26	— 18	56.20		37.20	+	4	22.80	22.80	21.46	
			41.0					0.00			

Es ergeben sich aus der vorstehenden Tabelle folgende Grössen für die Längendifferenz, welche durch die Ueberschriften:

I, IIa, IIb

unterschieden werden. IIa enthält die 20 Bestimmungen aus der Abtheilung II, die mit denen der Abtheilung I correspondiren, während die Bezeichnung IIb den sämtlichen 56 gelten soll.

Tab. VII.

I			IIa			IIb		
							20 ^s .76	
							21.14	
							21 ^s .18	
							21.18	
							21.19	
							21.23	
							21.25	
							21.26	
							21.27	
							21.31	
							21.32	
							21.32	
							21.34	
						21 ^s .36		
						21.37		
						21.37		
						21.37		
						21.38		
						21.38		
					21 ^s .14	21.39		
					21 ^s .23	21.40		
	20 ^s .54				21.32	21.40		
	20.73				21.34	21.40		
	20.90				21.37	21.40		
	20.97				21.37	21.41		
	21 ^s .04				21.39	21.42		
	21.19		21 ^s .39		21.40	21.43		
	21 ^s .25		21.40		21.45	21.45		
⇒	21.29		21.45	⇒	21.51	21.45		
	21.32		21.51		21.52	21.46		
	21.34		21.52		21.52	21.46		
	21.36		21.53		21.54	21.49		
	21.39		21.54		21.54	21.50		
	21.43		21.54		21.55	21.50		
	21.46		21.55		21.68	21.51		
	21.51				21.70	21.51		
	21.61				21.78	21.52		
	21.65					21.52		
	21.68					21.53		
	21.78				21.87	21.53		
	21.80					21.54		
						21.54		
						21.55		
						21.55		
						21.55		
						21.61		
						21.65		
						21.66		
						21.67		
						21.68		
						21.69		
						21.69		
						21.70		
						21.70		
						21.78		
						21.87		
21.32	21.33	21.30	21.49	21.47	21.50	21.45	21.46	21.39
Mittel			Mittel			Mittel		
7 ^m	21 ^s .312		21 ^s .487			21 ^s .448		

Der Mittelwerth von IIa gleicht ziemlich dem von IIb, bei welchem letzteren natürlich wegen der grösseren Anzahl Beobachtungen die einerseits aus unrichtiger Ballsignalisirung andererseits aus unrichtiger Vergleichung mehrerer Uhren entstehenden Fehler besser compensirt sind. In diese zweite Fehlerabtheilung fällt auch der Betrag von etwa auf dem Transport vorgekommenen Sprüngen des Taschenehronometers. Nennen wir nun die Längendifferenz, so weit sie aus den Daten ermittelt werden kann L, ferner c den constanten Unterschied, entsprechend der willkürlichen Auffassung, wonach die erste Beobachtung I mit II identifizirt wurde, endlich x den für das Mittel IIa übrig bleibenden Fehler, veranlasst durch jene beiden schon bezeichneten Fehlerabtheilungen, so gelangen wir durch folgende Betrachtung zur Verbesserung des Resultates I.

Die oben im Allgemeinen gegebene Uebersicht der Fehler in der Signalisirung des Zeitballes, wie sie aus den Zwischenzeiten zwischen den beiden Mittagen resultiren, hat die grosse Genauigkeit des Signaldienstes dargethan: für die uns hier speziell interessirenden Intervalle finden wir mit Ausnahme eines für den 5. Dezember 1879, an welchem Tage der Zeitball nicht gesehen werden konnte, folgende mit Rücksicht auf den Chronometergang verbesserte Werthe:

			Intervall	Abw. v. Mittel
1879	Juni	7.	1 ^h 14 ^m 39 ^s .01	0 ^s .01
		30.	39.15	— 0.13
	Juli	2.	39.06	— 0.04
		17.	39.05	— 0.03
		19.	39.15	— 0.13
		29.	38.96	0.06
	Aug.	21.	38.87	0.15
	Sept.	5.	38.98	0.04
		Oct. 21.	38.88	0.14
		23.	38.98	0.04
	Nov.	18.	39.17	— 0.15
	Dezbr.	23.	39.17	— 0.15
1880	Jan.	15.	38.87	0.15
	März	9.	39.04	— 0.02
	April	20.	39.03	— 0.01
	Mai	27.	39.03	— 0.01
	Juni	18.	39.04	— 0.02
	Juli	24.	38.93	0.09
	Aug.	27.	39.02	0.00
im Mittel			39.02	0.07 (m. Fehler)

Durch den Neu-Fahrwasser Uhrgang, welcher an und für sich klein ist und im Laufe des Jahres sich ziemlich compensirt, würde zu diesem Mittel allerdings noch ein Ueberschuss von 0^s.01 hinzutreten, der aber, da er nahe zu auch bei allen 56 Beobachtungen sich geltend macht, zu übergehen ist. In

Anbetracht der sehr nahen Uebereinstimmung von $39^s.02$ mit dem vorgeschriebenen Betrag von $39^s.00$, der kleinen mittleren Abweichung, und des Umstandes, dass für die Mitte beider Mittagszeiten die Rechnung geführt worden ist, vernachlässigen wir diese aus unrichtigen Signalzeiten hervorgehende Fehlerquelle gegen die nun für die Mittelwerthe I und IIa sich gleichbleibende Fehlerquantität x , gegen welche die für das Mittel IIb entsprechende wieder als verschwindend klein angesehen werden kann. Aus den demnächst aufzustellenden Gleichungen:

$$\begin{aligned} L + x &= 7^m 21^s.312 \\ L + c + x &= 7 \quad 21.487 \\ L + c &= 7 \quad 21.448 \end{aligned}$$

folgen die Werthe:

$$\begin{aligned} x &= 0^s.039 \\ c &= 0.175 \end{aligned}$$

also

$$L = 7^m 21^s.273$$

Die nähere Ansicht der nach Grösse der Abweichungen geordneten Zahlen in der Tabelle VII zeigt, dass die Mittelwerthe der drei Gruppen in jeder der Abtheilungen I, IIa und IIb einigermassen gut übereinstimmen. Der mittlere Fehler einer Beobachtung in I beträgt $0^s.259$, der wahrscheinliche des Resultates $0^s.051$. Obgleich IIa nur 20 von den in IIb zusammengefassten 56 Beobachtungen enthält, stimmt doch der mittlere Fehler einer Beobachtung nämlich für IIa $0^s.137$ für IIb $0^s.138$ überein. Die wahrscheinlichen Fehler des Resultates betragen $0^s.027$ und $0^s.016$. Am besten scheinen die Grössen in der Abtheilung IIb den Gesetzen der Wahrscheinlichkeit zu entsprechen, natürlich da die Anzahl der Beobachtungen hier am grössten ist. Die Berechnung der Anzahl von den 56 Beobachtungen, welche die 4 Abweichungen, nämlich $0^s.0 - 0^s.1$, $0^s.1 - 0^s.2$, $0^s.2 - 0^s.3$ und darüber haben, gewährt folgenden Vergleich:

Abw.	Anzahl	
	Beob.	Berechn.
$0^s.0 - 0^s.1$	29	24
$0.1 - 0.2$	11	18
$0.2 - 0.3$	12	9
grössere	4	5

Fasst man die Abweichungen $0^s.0 - 0^s.1$ und $0^s.1 - 0^s.2$ zusammen, welches 40 Beobachtungen gegen 42 der Berechnung ergibt, so ist die Uebereinstimmung in diesen weiteren Grenzen besser, als in den separirten Fällen.

In der bisherigen Untersuchung wurde stillschweigend angenommen, dass die Dauer zwischen Abgabe des Ball-Signales durch Druck der Taste und dem Auffall über die ganze Zeit der Beobachtungen hindurch sich constant verhalten hat. Die Beantwortung dieser Frage wird allerdings mit gewissem Vorbehalt aufzunehmen sein, insofern sich andere Beobachtungsfehler hineinmischen. Zwischen der zur Auslösung des Balles vorbestimmten Secunde bis zur nächsten

vollen Minute an der Neu-Fahrwasser-Uhr verstreicht ebenso viel Zeit, wie am Chronometer zwischen der Secunde für den beobachteten Anfall und der jener vollen Minute entsprechenden Secunde gezählt wird, sobald zu letzterem Zeitraum die Fallzeit hinzukommt. Die folgende Tafel VIII enthält diejenigen zum Theil schon in dem Früheren angeführten Zahlen, aus welchen diese Fallzeit ermittelt werden soll. Als beobachtete Zeit für den Anfall in der ersten Columnne gilt wieder die Mittelzeit beider Mittagssignale (vgl. Tab. V Zahlencolumnne 1), der Unterschied dieser und der Zahl der zweiten Columnne (Chronom.-Zeit = $0^s.0$ N.-Fahrwasser Pendel, vgl. Tab. IV letzte Columnne) ist mit der folgenden N.-Fahrwasser Pendelzeit (vgl. Tab. III letzte Columnne, Ergänzung zu $60^s.$) zu vergleichen, woraus die unverbesserte Differenz hervorgeht. Durch Anbringung der für die Mitte der Mittagszeiten berechneten Uhr correctionen erhält man dann die Fallzeit. Aus allen Bestimmungen mit Ausnahme der vom 9. October 1879, wo jedenfalls bei Vergleichung der Zeiten eine Unregelmässigkeit des Taschen-Chronometers vorgekommen sein muss, findet sich als mittlere Fallzeit $1^s.21$, von welcher die einzelnen Beobachtungen um die zuletzt angegebenen Beträge abweichen.

Tab. VIII.

		Chronometer		N.-F. Pend.	Diff.	Correct. N.-F. Chron. Pend.		Fall- zeit.	Abweichung v. Mittel	
1879	Juni	7.	39 ^s .77	50 ^s .72	13 ^s .0	2 ^s .05	— 0 ^s .50	— 0 ^s .09	1 ^s .46	— 0 ^s .25
		30.	26.40	25.54	1.0	1.86	— 0.33	— 0.06	1.47	— 0.26
	Juli	2.	20.95	18.96	59.5	1.49	— 0.31	— 0.06	1.12	0.09
		7.	4.75	58.93	53.0	1.82	— 0.37	— 0.07	1.38	— 0 ^s .17
		13.	45.35	35.97	52.0	1.38	— 0.27	— 0.05	1.06	0.15
		14.	42.05	31.60	51.5	1.95	— 0.45	— 0.08	1.42	— 0.21
		17.	32.25	20.81	50.0	1.44	— 0.25	— 0.06	1.13	0.08
		19.	25.90	13.15	48.5	1.25	— 0.22	— 0.07	0.96	0.25
		23.	15.85	58.40	44.0	1.45	— 0.26	— 0.04	1.15	(8) 0 ^s .13 0.06
		29.	56.10	37.20	42.5	1.40	— 0.22	— 0.03	1.15	0.06
	Aug.	2.	43.25	22.36	40.5	1.39	— 0.26	— 0.05	1.08	0.13
		8.	24.85	0.59	37.0	1.26	— 0.26	— 0.04	0.96	0.25
		16.	59.80	31.35	33.0	1.45	— 0.24	— 0.04	1.17	0.04
		21.	43.15	12.03	30.5	1.62	— 0.27	— 0.04	1.31	— 0.10
		28.	19.50	44.58	26.5	1.42	— 0.29	— 0.05	1.08	0.13
	Sept.	5.	52.40	13.39	22.5	1.51	— 0.24	— 0.02	1.25	— 0.04
		8.	41.20	1.03	21.5	1.67	— 0.39	— 0.04	1.24	— 0.03*
	Oct.	9.	17.35	26.28	9.5	0.57	— 0.06	— 0.02	(0.49)	(6) — 0.06
		14.	11.80	20.10	9.5	1.20	— 0.07	— 0.03	1.10	0.11
		21.	2.30	9.92	9.0	1.38	— 0.11	0.00	1.27	— 0.06
		23.	58.75	5.86	9.5	1.39	— 0.10	— 0.01	1.28	— 0.07
		29.	51.30	58.30	8.5	1.50	— 0.09	— 0.01	1.40	— 0.19
	Nov.	6.	44.30	50.57	7.5	1.23	— 0.08	— 0.01	1.14	0.07
		15.	36.40	42.88	7.5	1.02	— 0.09	0.00	0.93	0.28
		18.	33.45	39.17	7.0	1.28	— 0.12	0.01	1.17	0.04
		28.	19.80	26.55	8.0	1.25	— 0.10	0.02	1.17	0.04
	Dez.	11.	59.40	14.26	16.0	1.14	— 0.11	0.04	1.07	0.14
		23.	41.65	2.88	22.5	1.27	— 0.14	0.05	1.18	0.03 (11) 0.11

				Correct.		Fall- zeit.	Abweichung	
		Chronometer	N.-F. Pend.	Diff.	Chron.	N.-F. Pend.	v. Mittel	
1880	Jan.	8. 21 ^s .25	48 ^s .39	28 ^s .5	1 ^s .36	— 0 ^s .11	0 ^s .03	1 ^s .28 — 0 ^s .07
		15. 11. 90	42. 22	31. 5	1. 18	— 0. 10	0. 03	1. 11 0. 10
	Febr.	24. 19. 30	8. 05	50. 0	1. 25	— 0. 09	0. 03	1. 19 0. 02
		März 9. 5. 80	2. 36	57. 5	0. 94	— 0. 05	0. 04	0. 93 0. 28
		20. 0. 00	5. 47	6. 5	1. 03	— 0. 05	0. 06	1. 04 0 ^s .17*
		April 1. 53. 80	5. 84	13. 0	0. 96	— 0. 04	0. 04	0. 96 0. 25
		10. 50. 95	4. 63	15. 0	1. 32	— 0. 03	0. 02	1. 31 — 0. 10
		17. 49. 85	5. 16	16. 5	1. 19	— 0. 05	0. 01	1. 15 0. 06
		20. 48. 20	4. 36	17. 5	1. 34	— 0. 06	0. 01	1. 29 — 0. 08
		Mai 1. 43. 10	0. 27	18. 5	1. 33	— 0. 05	0. 02	1. 30 — 0. 09
		8. 34. 70	56. 04	22. 5	1. 16	— 0. 05	0. 02	1. 13 0. 08
		15. 31. 45	54. 13	24. 0	1. 32	— 0. 06	0. 03	1. 29 — 0. 08
		22. 25. 85	51. 08	26. 5	1. 27	— 0. 06	0. 03	1. 24 — 0. 03
		27. 20. 90	48. 09	28. 5	1. 31	— 0. 04	0. 02	1. 29 — 0. 08
	Juni	3. 19. 25	46. 29	28. 5	1. 46	— 0. 03	0. 00	1. 43 — 0. 22 (19) — 0 ^s .06
		11. 15. 35	42. 65	28. 5	1. 20	— 0. 03	— 0. 01	1. 16 0. 05
		18. 11. 90	36. 73	26. 5	1. 67	— 0. 11	— 0. 06	1. 50 — 0. 29
		26. 5. 85	29. 40	25. 0	1. 45	— 0. 04	— 0. 03	1. 38 — 0. 17
	Juli	3. 1. 70	21. 92	21. 5	1. 28	— 0. 04	— 0. 03	1. 21 0. 00
		10. 58. 05	13. 59	17. 0	1. 46	— 0. 02	— 0. 03	1. 41 — 0. 20
		16. 56. 90	10. 24	14. 5	1. 16	— 0. 01	— 0. 03	1. 12 0. 09
		24. 55. 35	5. 06	11. 0	1. 29	— 0. 01	— 0. 03	1. 25 — 0. 04
	Aug.	3. 48. 10	53. 25	6. 5	1. 35	0. 03	0. 02	1. 40 — 0. 19
		10. 43. 82	47. 14	4. 5	1. 18	0. 01	0. 02	1. 21 0. 00
		18. 42. 30	40. 67	59. 5	1. 13	0. 00	0. 01	1. 14 0 ^s .07*
		27. 42. 40	33. 70	52. 5	1. 20	0. 01	0. 02	1. 23 — 0. 02
	Sept.	8. 35. 80	22. 16	47. 5	1. 14	0. 01	0. 02	1. 18 0. 03

Da die Sicherheit der Beobachtungen an den Tagen am grössten sein wird, in welchen die Zeit zwischen beiden Ballsignalen dem officiellen Zeitintervall am nächsten kommt, so sind in erster Reihe diejenigen aufgeführt, für die jene Zwischenzeit keine oder eine nur bis zu 0^s.2 gehende Abweichung ergeben hat, und ausgerückt die übrigen, bei welchen entweder eine grössere Abweichung oder durch * bezeichnet nur eine Signalbeobachtung notirt ist. Die zur Entscheidung der Frage über die Constanz der Fallzeit in Betracht kommenden Abweichungen — und die Hälfte der abgesonderten widerspricht ebenfalls nicht — befolgen nun eine gewisse Periodicität, die durch Abtheilungen und durch beigesetzte Mittelwerthe näher gekennzeichnet ist. Da die Mittel der positiven Abweichungen sich zu gleichen scheinen, wie auch die Mittel der negativen, so habe ich zweierlei Werthe allein als endgültig angenommen, nämlich:

1^s.14

1. 33

aus der mittleren Dauer 1^s.21 durch Zusatz von — 0^s.07 und + 0^s.12 entstanden. Nach früheren Beobachtungen mittelst des selbstthätigen Rücksignales vergeht zwischen Tastendruck und dem erfolgten Auffall des Balles ein Zeitraum von 1^s.2 bis 1^s.4. Diese Mittheilung machte mir gütigst Herr Postrath Winkelmann

aus den Acten. Die hier angegebenen Extreme stimmen gut mit meinen Beobachtungen überein, wenn die um $\frac{6}{100}$ und $\frac{7}{100}$ Secunde von mir zu früh erlangte Auffassung einem persönlichen Fehler oder dem Umstande vindicirt wird, dass aus grösserer Entfernung (beinahe eine Meile) und mit unbedeutender Vergrösserung (18 mal) die Beobachtung des Endes dèrartiger Vorgänge in jenem Sinne beeinflusst werden muss. Ueber den Grund des zwiefachen Verhaltens der Fallzeit vermag ich nichts anzuführen. Werden nun die Längendifferenzen II a und II b mit Rücksicht darauf verbessert, was einfach durch Zulage der Differenz beider Fallzeiten $0^s.19$ für die Beobachtungen 1879 Juli 2. — Aug. 16. und Nov. 6. — 1880 April 1. geschehen kann, so erhält man folgende Uebersicht:

IIa			IIb		
				21 ^s .31	
				21.33	
				21 ^s .36	
				21.37	
				21.37	
				21.37	
				21.38	
				21.41	
				21.42	
				21.42	
				21.43	
			21 ^s .44		
			21.45		
			21.45		
			21.45		
			21.46		
			21.46		
			21.46		
			21.50		
			21.50		
			21.51		
			21.51		
			21.51		
			21.51		
			21.52		
			21.52		
			21.53		
			21.53		
			21.53		
			21.54		
			21.54		
			21.55		
			21.55		
			21.55		
			21.56		
			21.56		
			21.57		
			21.57		
			21.58		
			21.59		
			21.59		
			21.59		
			21.59		
			21.65		
			21.67		
			21.68		
			21.68		
			21.69		
			21.69		
			21.70		
			21.70		
				21.78	
				21.80	
				21 ^s .85	
21.54	21.56	21.56	21.52	21.53	21.55
	Mittel			Mittel	
7 ^m	21 ^s .547			21 ^s .534	

Ausgeschlossen wurden die Bestimmung vom 9. October 1879, wo, wie erwähnt ein offener Fehler in der Vergleichung des Taschenchronometers vorgekommen sein muss, und die vom 5. Dezember 1879, welche mit dem Werth $22^s.06$ die enger gesetzte Fehlergrenze überschreitet und ebenfalls auf einen Fehler der Zeitvergleichung zu deuten scheint, obwohl bei dem Mangel der Zeitballbeobachtungen an diesem Tage diese Frage nicht entschieden werden kann. Wird nun auch die correspondirende vom 5. Dezbr. in der Abtheilung I (es ist dies die letzte Zahl $21^s.85$) fortgelassen, so erhält man folgende Mittelwerthe:

I	7^m	$21^s.286$	(19 Beob.)
IIa		21.547	(19 Beob.)
IIb		21.534	(54 Beob.)

und wenn die zwischen IIa und IIb obwaltende Differenz von $0^s.013$ in derselben Weise, wie oben auseinandergesetzt ist, an I als Correction angebracht wird:

$$L = 7^m 21^s.273$$

Diese Bestimmung weicht garnicht von der obigen ab, obgleich einige notwendige Aenderungen an den Daten vorgenommen worden sind. Indess gestaltet die Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung die Fehler hier kleiner als oben. Es findet nämlich folgende Relation über die Vertheilung der Fehler in Bezug auf die gegenwärtig auf 54 Beobachtungen beschränkte Anzahl statt:

Anzahl:		
Abw.	Beob.	Berechn.
$0^s.0 - 0^s.1$	32	33.4
$0.1 - 0.2$	17	16.3
$0.2 - 0.3$	4	3.9
$0.3 - 0.4$	1	0.4
54		

während jener Vergleich lautete:

Anzahl:		
Abw.	Beob.	Berechn.
$0^s.0 - 0^s.1$	29	24
$0.1 - 0.2$	11	18
$0.2 - 0.3$	12	9
grössere	4	5
56		

Hiermit erhalten wir den Beweis, dass die Ballfallzeit den genannten zweifachen Betrag wirklich gehabt hat und die Gruppierung der Beobachtungen dem entsprechend richtig vorgenommen ist.

Die gefundene Längendifferenz bedarf nun noch der Veränderung durch mehrere Correctionen. Zunächst muss auf den Einfluss aufmerksam gemacht werden, der sich störend auf das Resultat äussert, ohne vollständig genau beseitigt werden zu können, hervorgerufen durch den Umstand, dass nicht die-

selben Durchgangsterne auf beiden Observatorien beobachtet, sondern in Königsberg die Sterne aus dem Berliner Jahrbuch, in Danzig aus dem Nautical-Almanac genommen sind. Um einigermaßen diesen Einfluss zu schmälern, beabsichtigte ich anfänglich das Mittel der Differenzen der gleichzeitig in beiden Jahrbüchern vorkommenden Sternpositionen als Correction zu verwenden, wofür bei 32 Sternen, welche den ältern Fundamentalsternen angehören 0^s.051, bei 21 anderen 0^s.082 und als Resultat aus beiden 0^s.063 sich ergeben. Die speciellen Vergleichen sind nämlich die folgenden:

	Berl. Jahrb. — Naut. Alm.		Berl. Jahrb. — Naut. Alm.
α Andromedae	0 ^s .01	2 α Librae	0 ^s .02
γ Pegasi	0.08	ψ Bootis	0 ^s .03
β Ceti	0 ^s .06	α Coronae	0.02
α Arietis	0.08	α Serpentis	0.04
γ Ceti	0.10	α Scorp.ii	0.03
α —	0.04	ζ Herculis	0.19
δ Arietis	0.14	k Ophiuchi	0.03
α Tauri	0.05	α Herculis	0.08
α Aurigae	0.08	α Ophiuchi	0.07
β Orionis	0.10	μ Herculis	— 0.04
β Tauri	— 0.01	α Lyrae	0.03
α Orionis	0.09	β —	0.1
α Canis maj.	— 0.03	δ Aquilae	0.06
α Canis min.	— 0.03	γ —	0.03
β Geminorum	0.04	α —	0.07
α Hydrae	0.08	β —	0.08
α Leonis	0.02	2 α Capric.	0.11
γ^1 —	0.01	α Cygni	0.03
χ —	0.13	61 ¹ —	0.01
δ —	0.13	α Aquarii	0.13
δ Hydrae et Crat.	0.10	α Pisc. austr.	0.10
β Leonis	0.04	α Pegasi	0.07
γ Virginis	0.08	γ Piscium	0.04
12 ² Can. venat.	0.09	i —	0.17
α Virginis	0.08	ω —	0.09
ζ —	0.16		
η Bootis	0.13	Mittel	0.051 0.082
α —	— 0.01		(32) (21)

Durch das Erscheinen des Berliner Jahrbuches für 1883 habe ich aber diese Sache directer erledigen können, da der 5. Abschnitt desselben, die mittleren und scheinbaren Oerter der Hauptsterne enthaltend, nunmehr von der Redaction unter Mitwirkung des Herrn Prof. Auwers zu einem ausgedehnteren Verzeichniss von 605 Sternen umgeschaffen worden ist, in welchem alle von mir zur Zeitbestimmung verwendeten Sterne ausser zweien:

ϵ^2 Bootis und λ Sagittarii

vorkommen. Die Correctionen, durch Vergleich der Verzeichnisse von Berlin und des Nautical Almanac gefunden, gestalten sich für die einzelnen Sterne folgendermassen:

Berl. Jahrb. — Naut. Alm.

β Ceti	0 ^s .11	
ϵ Piscium	— 0.05	
ϑ Ceti	0.09	
η Piscium	0.05	
ν —	0.08	
β Arietis	0.12	
α —	0.05	0 ^s .08
67 Ceti	0.08	
α Orionis	— 0.01	0.09
ν —	0.00	
μ Geminor.	— 0.03	
γ —	0.04	
α Can. maj.	0.15	— 0.03
ϵ —	— 0.02	
γ —	— 0.05	
δ Geminor.	— 0.07	
γ Virginis	— 0.02	
δ —	— 0.02	
ϵ —	0.00	
ϑ —	0.02	
α —	0.05	0.08
ζ —	— 0.02	
τ Bootis	0.01	
η —	— 0.02	
α —	0.00	— 0.01
ϱ —	— 0.01	
α Scorpii	0.01	0.03
μ Sagittar.	0.12	
η Serpent.	0.04	
β Lyrae	0.05	
ϵ Aquilae	0.11	
ζ —	0.12	
ω —	0.08	
δ —	0.10	
h^2 Sagittar.	0.08	
γ Aquilae	— 0.01	0.08
α —	0.01	0.07
β —	0.03	0.08

Da die in Königsberg gemachten Zeitbestimmungen nach den Berliner Jahrbüchern für 1879 und 80 reducirt sind, worin die Position der Sterne noch nicht die Aenderung erfahren haben, welche das Jahrbuch von 1883 enthält, so sind die älteren rechtsstehenden Vergleichenungen beibehalten worden.

Werden die vorstehenden Differenzen an die einzelnen Sterne für unsere oben in Tab. I mitgetheilten Uhr correctionen angebracht, so erhält man folgende Umgestaltung mit den bezüglichen Unterschieden:

	Chron.-Correction			Untersch.
	früher	jetzt		
1879 Juni 8.	+ 25 ^m 23 ^s .58	23 ^s .59		0 ^s .01
Juli 1.	26	36.29	36.38	0.09
— 18.	27	30.56	30.63	0.07
— 28.	28	0.69	0.76	0.07
August 20.	29	14.00	14.07	0.07
Septbr. 6.	30	11.83	11.92	0.09
October 22.	0	59.50	59.59	0.09
Novbr. 17.	1	24.80	24.87	0.07
Dezbr. 4.	1	47.99	48.07	0.08
— 22.	2	16.35	16.43	0.08
1880 Januar 14.	2	46.40	46.41	0.01
März 9.	3	54.52	54.50	— 0.02
April 19.	4	10.16	10.18	0.02
Mai 26.	4	37.98	37.98	0.00
Juni 18.	4	47.91	47.90	— 0.01
Juli 23.	5	3.35	3.43	0.08
August 27.	5	17.93	18.01	0.08

Die mit den jetzigen Uhr correctionen ermittelten 19 Werthe für den Längenunterschied der Abtheilung I., stellen sich nun folgendermassen heraus, wenn sie nach zunehmender Grösse geordnet werden:

1.

1879 Dec. 23.	20 ^s .46
1880 März 9.	20.75
— Jan. 15.	20.89
— Aug. 27.	20.96
— Juni 18.	20.98
1879 Oct. 21.	21.10
— Juli 19.	21.18
— Nov. 18.	21.22
1880 Sept. 5.	21.23
1879 Oct. 23.	21.25
— Aug. 21.	21.29
1880 Juli 24.	21.31
1879 Juli 17.	21.36
1880 Mai 27.	21.46
— April 20.	21.49
1879 Juli 2.	21.52
— Juni 30.	21.56
— Juni 7.	21.67
— Juli 29.	21.71
Mittel	7 ^m 21 ^s .231

Daher mit Verbesserung durch IIa und IIb:

$$L = 7^m 21^s.218$$

Eine gewisse Abhängigkeit der Grösse des Betrages der Länge von der Jahreszeit ist in dieser Gruppierung nicht zu verkennen, da wir die 3 niedrigsten Beträge am 23. December, 9. März und 15. Januar, die 3 höchsten am 30. Juni, 7. Juni und 29. Juli und die 3 mittleren am 18. November, 5. September und 23. October vorfinden. Ueberhaupt wird es wohl vorzuziehen sein, Beobachtungen über Längenbestimmungen auf mehrere auseinander liegende Termine zu vertheilen, als, wie es öfter vorkommt, auf einen kürzeren Zeitausschnitt wenn auch mit zahlreichen Beobachtungen sich zu beschränken. Um aber darzuthun, dass in unserem Falle trotz der grösseren Abweichungen der Beobachtungen unter sich das Resultat gut ausgefallen ist und wie nach der befolgten Methode der Verbesserung der Beobachtungen I durch das relative Verhalten von IIa zu IIb das Resultat sich gestaltet hätte, wenn eine beschränktere Anzahl Längenbestimmungen vorgelegen, lasse ich in folgendem Tableau der Reihe nach, wie beobachtet wurde, folgen von I die erste Bestimmung, dann das Mittel aus den beiden ersten Bestimmungen, das Mittel aus dreien u. s. w. mit den bezüglichen Vergleichen, aus IIa und IIb gewonnen:

I	Anzahl	IIa	IIb	Anzahl	IIb — IIa	verbess. I	△
21 ^s .670	1	21 ^s .680	21 ^s .680	1	0 ^s .000	21 ^s .670	0 ^s .452
21.615	2	21.690	21.690	2	0.000	21.615	0.397
21.583	3	21.637	21.637	3	0.000	21.583	0.365
21.528	4	21.623	21.657	7	0.034	21.562	0.344
21.458	5	21.582	21.627	8	0.045	21.503	0.285
21.500	6	21.578	21.615	10	0.037	21.537	0.319
21.470	7	21.573	21.584	14	0.011	21.481	0.263
21.440	8	21.558	21.558	16	0.000	21.440	0.222
21.402	9	21.552	21.545	19	— 0.007	21.395	0.177
21.387	10	21.549	21.544	20	— 0.005	21.382	0.164
21.372	11	21.553	21.545	24	— 0.008	21.364	0.146
21.296	12	21.553	21.543	27	— 0.010	21.286	0.068
21.265	13	21.550	21.547	29	— 0.003	21.262	0.044
21.228	14	21.534	21.541	31	0.007	21.235	0.017
21.245	15	21.535	21.530	36	— 0.005	21.240	0.022
21.259	16	21.534	21.524	41	— 0.010	21.249	0.031
21.242	17	21.552	21.531	44	— 0.021	21.221	0.003
21.246	18	21.549	21.535	49	— 0.014	21.232	0.014
21.231	19	21.547	21.534	54	— 0.013	21.218	0.000

Die Abweichungen der gewonnenen Mittelwerthe der Columnne „verbess. I“ von dem Resultate 21^s.218 sind in der letzten Rubrik △ aufgeführt. Der Gang dieser Differenzen lässt erhebliche Anomalien noch etwa bis zur Hälfte des Tableau erkennen. Werden zu der Anzahl der Hauptbeobachtungen

1—19 als Abscissen die zugehörigen Ordinaten $0^s.452$, $0^s.397$ u. s. w. gezeichnet, wie im Massstabe $\frac{1^s}{100} = 1^{\text{mm}}$ in Fig. 2 der beigegebenen Tafel geschehen ist, so erhält man durch geradlinige Verbindungen der Ordinatenpunkte eine graphische Darstellung des Verlaufes der Abweichungen, welche mit der beigezeichneten Wahrscheinlichkeitslinie grosse Aehnlichkeit hat und zuletzt asymptotisch der Abscissenaxe sich so nahe anlegt, dass die Fortsetzung der auf 19 Hauptvergleiche abgegrenzten Beobachtungsreihe wohl überflüssig erscheinen möchte.

An die bisher erlangte Längendifferenz von:

$$7^m \ 21^s.218$$

ist noch die Correction des persönlichen Fehlers der Beobachter anzubringen nöthig. Zum Zwecke der Bestimmung dieses reiste ich Anfangs November 1880 nach Königsberg. Die Heiterkeit des Wetters liess mich erwarten, dass meine Arbeiten in kürzester Frist sofort erledigt sein würden. Wider Erwarten jedoch wurde ich gezwungen, meinen Aufenthalt in Königsberg wegen plötzlich eingetretener Ungunst der Witterung bis auf 8 Tage auszudehnen. An zweien Tagen, am 9. und 10. November gelang es einige Vergleichsbeobachtungen an dem Repsold'schen Meridiankreise mit Herrn Dr. Rahts anzustellen.

Die Antritte desselben Sternes konnten von jedem der beiden Beobachter in abwechselnder Weise im Durchschnitt an 6 Fäden beobachtet werden, da das Instrument eine reiche Anzahl Fäden nämlich 27 enthält. Herr Dr. Rahts begann immer die Beobachtungen und schob auch allein das Ocular auf die nächst zu beobachtenden Fäden; somit wurde die im Azimut entstehende Aenderung des Apparates, welche möglicherweise durch Druck veranlasst werden kann, für beide Beobachter gleich gemacht und also im Resultate eliminirt. In der folgenden Zahlentabelle stellt unter der Rubrik „Gewicht“ die ganze Zahl die Anzahl der Fädenantritte vor, welche ein jeder der Beobachter notirt hat. Wo die Decimale 5 sich findet, hat einer der Beobachter und zwar bis auf einen Fall immer Herr Rahts einen Fadenabtritt mehr beobachtet.

1880. November 9.

Vergröss: 182.

Stern.	Decl.	K—R	Gewicht
β Aquarii	— 6° 6'	0 ^s .24	6
B. A. C. 7716	— 8 47	0.35	6.5
B. A. C. 7740	— 11 40	0.06	5
50 Aquarii	— 14 8	0.11	7
56 —	— 15 12	0.17	6.5
61 —	— 18 5	0.17	6.5
69 —	— 14 42	0.19	6.5
76 —	— 16 28	0.23	7.5
B. A. C. 8004	— 13 43	0.22	5.5

Vergröss: 66.

φ Aquarii	— 6 42	0.37	6.5
94 —	— 14 7	0.00	3

November 10.

τ^2 Aquarii	— 14 13	— 0.02	2
α Pegasi	14 33	0.25	7
59 —	8 4	0.03	7
ψ^1 Aquarii	— 9 45	0.07	5
ν Pegasi	22 45	0.13	4.5
Anonyma	22 25	0.29	5.5
78 Pegasi	28 42	0.24	6.5
B. A. C. 8296	21 0	0.18	6.5
B. A. C. 8337	26 15	0.33	7.5
B. A. C. 8374	28 22	0.17	8.5
γ Pegasi	14 31	0.06	7.5
d Piscium	7 31	0.13	8

Mit den beigemarkten Gewichten berechnet, ergibt sich als Resultat die persönliche Gleichung:

$$K - R = 0^s.184.$$

Wie in der Tabelle unterschieden ist, sind die Beobachtungen in zwei Abtheilungen zu sondern, je nachdem die Vergrösserung 182 oder 66 Verwendung fand. Indess weder die Resultate dieser Abtheilungen, noch die Mittel aus den Beobachtungen jeden Tages für sich weichen von dem angegebenen Mittelwerthe ab, auch das Mittel der Extreme von $K - R$ nämlich — 0^s.02 und 0^s.37 gleicht demselben, so dass das Endresultat, wenngleich auf einer nicht grossen Zahl von Beobachtungen (23 Sterne) fussend, zur Verwerthung für unsere Längenbestimmung Vertrauen verdient.

Es ist nun die Frage, ob die von der gewöhnlichen und auch in Königsberg üblichen Beobachtungsart abweichende mit gebrochenem Fernrohr, wodurch der horizontale, von rechts nach links erfolgende Durchgang des Sterns in zwei verschiedene Richtungen, der Stellung des Kreises nach Ost oder West gemäss,

von links unten nach rechts oben oder von links oben nach rechts unten umgewandelt wird, eine Aenderung des persönlichen Fehlers nöthig macht. Ueber diesen Gegenstand findet sich bei Gelegenheit der Besprechung der für die mitteleuropäische Gradmessung ausgeführten Bestimmung der Meridiandifferenz Leipzig—Dabltz, deren wahrscheinlicher Fehler nach der von der Berliner Conferenz aufgestellten Bedingung $= 0^s.02$ angegeben wird, eine Untersuchung von K. v. Littrow in den Wiener Sitzungsberichten (math.-naturw. Cl. II. Abthl. Bd. 55 pag. 195 ff.) und astron. Nachrichten (No. 1632). Die Dabltzer Zeitbestimmungen ergeben nämlich:

persönl. Gl. Kr. W. — persönl. Gl. Kr. O. für Beobachtungen mit Auge und Ohr:

Beobachter: Weiss	Bruhns
— $0^s.166$	+ $0^s.072$

und für Beobachtungen mit Auge und Hand:

— $0^s.214$	— $0^s.099$
-------------	-------------

Der Verfasser sagt, dass die Zahlen, woraus die angeführten Werthe Mittel darstellen, das Bestehen eines Unterschiedes der persönlichen Gleichung je nach der Kreislage zweifellos machen, wenn auch in einzelnen Fällen diese Variation grossen Schwankungen unterliegen mag, und kommt, nachdem er gewisse Greenwich. Observations (1852 pag. XLVI und 1853 pag. XLIV) discutirt hat, zu dem Schlusse, dass das Mittel der persönlichen Gleichung bei Kr. O. und Kr. W. für den Beobachter seiner persönlichen Gleichung am geraden Instrument gleich zu setzen ist.

„Die Greenwicher Beobachtungen“, fährt er fort, „geben eine treffliche Gelegenheit, solche Annahmen im Allgemeinen zu prüfen. Wir stellen hier die Mittel aus den persönlichen Gleichungen, wie dieselben mit dem östlichen und mit dem westlichen Arme des Binocular Eyepiece¹⁾ sich ergeben, mit denjenigen Werthen der persönlichen Gleichung zusammen, die beiläufig für dieselben Epochen am geraden Oculare durch Ableitung der Uhrcorrection bestimmt werden, und deren Zeichen daher in die entgegengesetzten der Greenwicher Observations zu ändern sind, um hier vergleichbar zu werden.

1. Beobachter: Dunkin, Ellis.

D. — E.

Binoc. Eyep.	Gerades Oc.	Diff. G.—B.
— $0^s.19$	— $0^s.07$	+ $0^s.12$

2. Beobachter: Henry, J. Henderson.

H. — J. H.

+ 0 .53	+ 0 .40	— 0 .13
später: + 0 .32	+ 0 .23	— 0 .09

3. Beobachter: Main, W. Ellis.

M. — W. E.

+ 0 .10	+ 0 .19	+ 0 .09
---------	---------	---------

1) Oestl. Arm entspricht unserem Kr. W., westlicher Arm Kr. O.

4. Beobachter: Henry, Dunkin.

H. — D.

Binoc. Eyep.	Gerades Oc.	Diff. G.—B
+ 0 ^s .14	+ 0 ^s .13	— 0 ^s .01

5. Beobachter: Rogerson, Dunkin.

R. — D.

+ 0 .57	+ 0 .50	— 0 .07
---------	---------	---------

6. Beobachter: Henry, Rogerson.

H. — R.

+ 0 .52	+ 0 .63	+ 0 .11
---------	---------	---------

7. Beobachter: Dunkin, J. Henderson.

D. — J. H.

+ 0 .18	+ 0 .27	+ 0 .09 ¹⁾
---------	---------	-----------------------

8. Beobachter: Rogerson, H. Breen.

R. — H. B.

— 0 .59	— 0 .66	— 0 .07
---------	---------	---------

9. Beobachter: Rogerson, J. Breen.

R. — J. B.

— 0 .34	— 0 .41	— 0 .07
---------	---------	---------

10. Beobachter: J. Henderson, W. Ellis.

J. H. — W. E.

— 0 .20	— 0 .21	— 0 .01
---------	---------	---------

11. Beobachter: Rogerson, J. Henderson.

R. — J. H.

— 0 .31	— 0 .23	+ 0 .08
---------	---------	---------

12. Beobachter: J. Henderson, J. Breen.

J. H. — J. B.

— 0 .33	— 0 .18	+ 0 .15
---------	---------	---------

13. Beobachter: Main, Henry.

M. — H.

+ 0 .04	0 .00	— 0 .04
---------	-------	---------

eine Uebereinstimmung, die wohl nichts zu wünschen übrig lässt, wenn man bedenkt, dass die Bestimmungen mit dem Binocular Eyepiece auf sehr wenigen Beobachtungen beruhen und sich oft auf ziemlich andere Zeiten als die Messungen mit dem geraden Oculare beziehen.“

Die nähere Untersuchung obiger Beobachtungsergebnisse nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung führte mich zu einem anderen Resultate, welches ich in folgendem Tableau mittheile. Die englischen Originalbeobachtungen waren mir nicht zugänglich, daher kommen nur Zahlen aus jener Abhandlung zur Geltung.

¹⁾ In v. L.'s Abh. stehen die Zahlen: + 0^s.13, + 0^s.27, + 0^s.14. Die erste Zahl ist nach den einzeln mitgetheilten Beobachtungen offenbar + 0^s.18, daher obige Aenderung.

Beobachter	B				O — W			
	O + W		G — B				2	
	G	2	beob.	berechn.	O	W	beob.	berechn.
8—7	0 ^s .66	0 ^s .59	0 ^s .07	0 ^s .05	0 ^s .57	0 ^s .61	—0 ^s .02	—0 ^s .19
3—7	0.63	0.52	0.11	0.05	0.25	0.79	—0.27	—0.18
1—7	0.50	0.57	—0.07	0.02	0.41	0.74	—0.16	—0.13
9—7	0.41	0.34	0.07	0.01	0.04	0.64	—0.30	—0.10
3—4	0.40	0.53	—0.13	0.00	0.48	0.58	—0.05	—0.10
1—4	0.27	0.18	0.09	—0.02	0.46	—0.09	0.18	—0.06
3—4	0.23	0.32	—0.09	—0.03	0.30	0.34	—0.02	—0.05
4—7	0.23	0.31	—0.08	—0.03	0.13	0.50	—0.18	—0.05
6—4	0.21	0.20	0.01	—0.03	0.01	0.40	—0.20	—0.04
5—6	0.19	0.10	0.09	—0.04	0.43	—0.22	0.33	—0.03
9—4	0.18	0.33	—0.15	—0.04	0.11	0.55	—0.22	—0.03
3—1	0.13	0.14	—0.01	—0.05	0.20	0.09	0.05	—0.01
2—1	0.07	0.19	—0.12	—0.06	0.08	0.31	—0.12	0.01
5—3	0.00	0.04	—0.04	—0.07	0.15	—0.06	0.11	0.03

In vorstehenden 14 Vergleichen der 9 Beobachter ist in der ersten Columnne „Beobachter“ der Kürze halber statt des Namens die Zahl gesetzt worden, nämlich:

- 1 = Dunkin,
- 2 = Ellis,
- 3 = Henry,
- 4 = J. Henderson,
- 5 = Main,
- 6 = W. Ellis,
- 7 = Rogerson,
- 8 = H. Breen,
- 9 = J. Breen.

Als ich nun die durch Beobachtung am geraden Fernrohre erhaltenen Zahlen G vom höchsten Betrage bis zum kleinsten immer nach positivem Werthe gruppirte, ferner die anderen Daten zufügte, also die Zahlen B als Mittelwerthe der an den bezüglichen Oculararmen O und W gewonnenen Grössen $\frac{O + W}{2}$

und in dem Sinne verstanden, dass jedesmal der erste der beiden verglichenen Beobachter diese Stellungen inne gehabt hat, und die Differenzen $G - B$ und $\frac{O - W}{2}$ bildete, gewann ich den Eindruck, dass die Grössen $G - B$ im negativen

Sinne zunehmen, dagegen umgekehrt die Grössen $\frac{O - W}{2}$ im negativen Sinne abnehmen, wenngleich beides in schwachem Grade stattfindet. Construiren wir die Werthe G von 0^s.00 bis 0^s.66 als Abscissen und als bezügliche Ordinaten I die Werthe von $G - B$ und II die Werthe von $\frac{O - W}{2}$, so haben wir zur Be-

stimmung der Grössen a und b in der Gleichung der beiden geraden Linien von der Form:

$$y = b + a \cdot x$$

welche unseren Ordinatenendpunkten sich möglichst anschliessen sollen, die Bedingungsgleichungen:

$$\begin{aligned} 0 &= -[y] + [1] b + [x] a \\ 0 &= -[xy] + [x] b + [xx] a \end{aligned}$$

Durch Bildung der einzelnen Producte nach den beobachteten Grössen und durch Summation ergeben sich die Werthe:

I.	II.
$[y] = -0.25$	$- 0.87$
$[1] = 14$	14
$[x] = 4.11$	4.11
$[xy] = 0.0249$	$- 0.4245$
$[xx] = 1.7237$	1.7237

und mittelst Einsatzes dieser in die Bedingungsgleichungen zur Erfindung der Grössen a und b die Gleichungen:

I.	II.
$y = -0.07 + 0.19 x$	$y = 0.03 - 0.33 x$

Werden für die obigen x oder G die zugehörigen y (oder G—B und $\frac{O - W}{2}$) hiernach berechnet, so kommen jene in dem Tableau durch „berechn.“

bezeichneten Werthe heraus. Die bildliche Darstellung der Linien I und II findet sich auf der zugegebenen Tafel in Fig. 3. Der Schnittpunkt beider Linien wird ermittelt durch die Coordinaten:

$$\begin{aligned} \xi &= -\frac{b_1 - b_2}{a_1 - a_2} = 0.19 \\ \eta &= \frac{a_1 b_2 - a_2 b_1}{a_1 - a_2} = -0.03 \end{aligned}$$

Der Winkel ψ , den die Linien einschliessen, ist gegeben durch die Gleichung:

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{a_1 - a_2}{1 + a_1 a_2} = 29^\circ 1'$$

Sehen wir nun die Zahlen der berechneten $\frac{O - W}{2}$ und G—B näher an,

so finden wir, dass im Durchschnitt die Beobachter später beobachten, wenn sie am Westarm Stellung nehmen, und um so später, je grössere persönliche Differenz zwischen ihnen obwaltet und 2) dass da wo die persönliche Differenz zwischen den beiden Beobachtern wegfällt und auch die verschiedene Auffassung in der Ost- und Weststellung, dennoch am Binocular im Mittelwerthe später der Antritt notirt wird, als am geraden Ocular. Die Deutung dieser auffallenden Erscheinungen gelingt durch Zuhülfenahme des Unterschiedes, den man bei Beobachtung durch das linke und rechte Auge bemerkt hat. Es wird von der

Physiologie die Entdeckung Wundt's anerkennt, dass das rechte Auge die rechte Hälfte einer zu halbirenden Grösse grösser zu machen strebt, das linke Auge die linke Hälfte. Demgemäss müssen mittelst des rechten Auges die Antritte der Sterne zu früh beobachtet werden, wenn ihre Bewegung von rechts nach links erfolgt, zu spät, wenn die Bewegung die Richtung von links nach rechts hat. Für das linke Auge gelten zu früh und zu spät umgekehrt zu den bezeichneten Bewegungen. Dies mag nun die Regel sein, aber auch manche Abweichung vorkommen, so dass man lieber als rechtes Auge dasjenige, gleichviel ob es das rechte oder linke ist, auffassen sollte, welchem die Eigenschaft zukommt, für die Schätzung der Gleichheit zweier Räume den rechten als grösser zu beanspruchen, als linkes ein solches, welches den linken Raum grösser fordert. Als wahrscheinlich darf wohl angenommen werden, dass von den 9 Beobachtern einige das linke Auge gebraucht haben, die anderen das rechte, indem wir von der Verwendung beider Augen bei ein und demselben Beobachter absehen. Den in der ersten Columnne unserer Tabelle vor dem Minuszeichen aufgeführten Beobachtern würde nun vorzugsweise der Gebrauch des rechten Auges zuzumuthen sein, während die hinter demselben Zeichen stehenden Beobachter das linke Auge gebraucht haben. Nehmen wir den ideellen Fall, die absoluten persönlichen Fehler zweier mit verschiedenen Augen beobachtenden Personen A und B wären 0^s.30 und 0^s.20, und die bei beiden als gleich gesetzte Aenderung in Folge der asymmetrischen Eigenschaft des Auges betrüge 0^s.02, so haben wir durch den Vergleich am geraden Fernrohre die absoluten persönlichen Fehler:

Beobachter:	A	B
	r. Auge	l. Auge
	0 ^s .28	0 ^s .22

also die beobachtete Grösse:

$$G = 0^s.06$$

Die Beobachtungsgrössen am Binocularapparat mit Rücksicht auf die Asymmetrie und auf die erkannte Eigenthümlichkeit, dass am Ostarm zu wenig Zeit, am Westarm zu viel Zeit notirt wird und unter der beispieleweisen Annahme, dass diese Aenderung bei jedem der beiden Beobachter etwa 0^s.03 beträgt, gestalten sich folgendermassen:

	O	W
(A)	0 ^s .32	(B) 0 ^s .18
(B)	0.18	(A) 0.32

mit Aenderung um 0^s.03

				B			
(A)	0.29	(B)	0.21				
(B)	0.15	(A)	0.35	also im Tableau	O	W	$\frac{O + W}{2}$
							G - B
							$\frac{O - W}{2}$
					0 ^s .08	0 ^s .20	0 ^s .14 — 0 ^s .08 — 0 ^s .06

So sind wir unter Annahme von kleinen asymmetrischen Unterschieden, welche physiologische Begründung haben, zu ähnlichen negativen Werthen für

$G-B$ und $\frac{O-W}{2}$ gelangt, wie sie das Tableau aus den Beobachtungen berechnet enthält. Kommt ein und derselbe Beobachter in den 14 Vergleichen auf beiden Seiten des Minuszeichens vor, so kann er auf das erlangte Resultat von weniger entscheidendem Einfluss sein. In dieser Hinsicht würden wir die Zahlen 1, 1, 3, 4, 6 von der rechten Seite des Minuszeichens gegen dieselben Zahlen der andern Seite streichen und behalten rechts 5mal die Zahl 7 und 4mal die Zahl 4 übrig. Insofern die letzten Zahlen so oft einzig auf der rechten Seite vorkommen, könnte es wohl wahrscheinlich sein, dass die sie repräsentirenden Beobachter das linke Auge gebraucht haben mögen.

Die aus dem v. Littrow'schen Aufsatze mitgetheilten Unterschiede der persönlichen Gleichung je nach der Kreislage: beim Beobachter Weiss bedeutend, bei Bruhns unbedeutend (im letzten Falle der Mittelwerth genommen) kommen in demselben Sinne wie bei den Greenwicher Beobachtungen vor, nämlich dass am Ocular Westarme zu spät beobachtet wird.

Aus meinen Danziger Zeitbestimmungen folgt als Mittel der 17 Vergleiche $0^s.03$ (die Grösse Kr. $O-W$ in der Tab. I) oder, wenn von diesen 17 Werthen 5, bei welchen der Unterschied über $0^s.2$ geht, fallen gelassen werden, als Mittel also von 12 $0^s.04$ ebenfalls im gleichen Sinne. Doch sind hier zu wenig Beobachtungen und diese nicht scharf genug, um den Unterschied definitiv als richtig gelten zu lassen.

Im Jahre 1881 construirte ich einen besonderen Ocularapparat für das Aequatorialfernrohr, um die fraglichen Unterschiede näher an mir kennen zu lernen. In den Brennpunkt dieses Fraunhofer'schen Oculares, welches früher zu einem Ringmicrometer gedient hatte, wurde eine Glasplatte mit 13 nahezu in gleichem und 9^s für den Aequator betragenden Abstände von einander parallel geritzte Linien eingefügt, während der drehbar gemachte Oculardeckel ein die Oeffnung zur Hälfte verschliessendes kleines Reversionsprisma erhielt. Der unwirksame Theil des Prisma's war abgeschliffen und die Hypotenusen-Fläche, welche das Gesichtsfeld halbirt, bedeckt, so dass Nebenbilder unwirksam gemacht wurden. An diesem Apparate habe ich nun viele Durchgänge von Sternen der Art beobachtet, dass die durch den unbedeckten Theil von rechts nach links erfolgenden Antritte mit den durch das Prisma in umgekehrter Richtung erfolgenden Antritten verglichen werden konnten. Durch Drehung des Prisma's liess sich dieser Vergleich in jeder gewünschten Richtung ausführen. In Bezug auf gewisse optische Eigenthümlichkeiten war es nothwendig, das Prisma in zwei verschiedenen Lagen anzuwenden, in Folge deren die Antritte in der gewöhnlichen Richtung begannen und die umgekehrt gerichteten folgten, oder diese begannen und jene folgten. Die erste Lage ergab einen kleineren Unterschied, als die zweite. Das Resultat, als Mittelwerth beider gefasst, ist nun das, dass ich die Durchgänge der Sterne in der umgekehrten Richtung von links nach rechts später beobachte, als in der gewöhnlichen und zwar um $0^s.060$, ferner, dass jene beiden gegen den Horizont geneigten Richtungen ähnliche Werthe ergeben, und dass bei allen diesen Vergleichen Schwankungen in nicht un-

bedeutendem Masse vorkommen. Hinsichts der letzt erkannten Eigenschaft kann ich meine Untersuchungen noch nicht als abgeschlossen betrachten, verwende aber zur Verbesserung der Längenbestimmung die Grösse:

$$0^{\circ}.060$$

als der Wahrheit nahe kommende Correction wegen des Unterschiedes der Beobachtungen mit gebrochenem Fernrohr in seinen beiden Lagen gegen die Beobachtungen mit geradem Rohre.

Dass am geraden Fernrohre ebenfalls Untersuchungen über den Unterschied der Durchgangsbeobachtung von rechts nach links und von links nach rechts sich herstellen lassen, wenn die oberen Culminationen südlich und nördlich vom Zenith verglichen werden, darauf ist schon manchmal aufmerksam gemacht worden; indess finde ich in den mir zugänglichen Schriften Resultate dieser Art nicht. Es möchte daher eine beiläufige approximative Untersuchung dieses Unterschiedes bei Bessel am wenigsten überflüssig scheinen, einmal wegen der Wichtigkeit seiner Beobachtungen, dann auch weil seine um etwa eine Secunde zu frühe Auffassung gegen die meisten Beobachter, mit denen er sich in gewöhnlichem Sinne verglichen hat, ein Factum ist.

In der 6. Abtheilung der Königsberger astr. Beobachtungen auf pag. XV. findet sich eine von Argelander berechnete Zusammenstellung von Circumpolarsternen, welche Bessel in beiden Culminationen im Jahre 1820 beobachtet hat, um eine Prüfung des damals für die Königsberger Sternwarte neu erworbenen Reichenbach'schen Meridiankreises zu erhalten, nämlich über die Curve, welche die Absehenslinie des Fernrohrs an der Himmelskugel beschreibt. In der nach den Entfernungen vom Pole geordneten Zusammenstellung enthält die erste Spalte das Mittel aus den über und unter dem Pole gemachten Beobachtungen, die übrigen 4 Spalten gelten der Aufführung der Unterschiede der in den 4 verschiedenen Fällen (O. C. Kr. O., Kr. W. und U. C. Kr. O., Kr. W.) erhaltenen Bestimmungen von der mittlern. Bessel sagt pag. XVII. wörtlich Folgendes: „Die Abweichung der in den verschiedenen Lagen des Kreises und in beiden Culminationen erhaltenen Bestimmungen ist meistens gering u. s. w.; gewöhnlich gehen die Abweichungen ohne Regelmässigkeit fort, zuweilen aber scheinen sie einem Gesetze zu folgen, z. B. von 60° bis 80° Decl. in der oberen Culmination, bei östlicher Lage des Kreises. Ihre geringe Grösse würde weitere Schlüsse sehr schwierig machen, zumal da kaum bezweifelt werden kann, dass die, etwa aus dem Instrument selbst hervorgehenden Fehler, mit anderen, noch unerkannten, vermischt sein können. Ich glaube daher, dass die strenge Prüfung, welcher das Instrument unterworfen worden ist, nur zu dem Schlusse berechtigt, dass die Abweichung der Absehenslinie von einem Kreise, wenn sie stattfindet, zu klein ist, um aus den Beobachtungen erkannt zu werden.“

In der folgenden Tafel sind die Rectascensionen der Sterne nur nach Stunden und Minuten angegeben, dann die Anzahl der Beobachtungen; es folgen die Summen der von der mittleren Rectasc. genommenen Unterschiede Kr. O. + Kr. W. für O. C. und für U. C., die Differenz dieser Summen $2\text{ O. C.} - 2\text{ U. C.}$, dann die halben

Mittelwerthe derselben von je 3 aufeinanderfolgenden Sternen. Diese letzten Zahlen stellen also den dem Mittel für 3 Sterne geltenden Unterschied der beobachteten O. C. und der beobachteten U. C. dar, wobei wir von der Verschiedenheit der Gewichte abgesehen haben.

	1820						Mittel aus 3 Beob.	
	Decl.	Rectasc.	Anzahl	2 O. C.	2 U. C.	2 O. C.—2 U. C.	O. C.—U. C.	Mittel
ζ Ursae min.	78° 21'	15 ^h 51 ^m	33	0 ^s .259	—0 ^s .346	0 ^s .605		
γ Cephei	76 37	23 32	76	0.054	—0.043	0.097	0 ^s .222	
β Ursae min.	74 54	14 51	30	0.258	—0.370	0.628		0 ^s .191
γ —	72 29	15 21	42	0.249	—0.232	0.481		
α Draconis	70 47	12 26	40	0.145	—0.124	0.269	0.160	
λ —	70 19	11 21	37	0.176	—0.033	0.209		
β Cephei	69 46	21 26	42	0.087	—0.039	0.126		
α Ursae maj.	62 43	10 53	38	0.107	—0.082	0.189	0.059	
η Draconis	61 55	16 22	33	0.016	—0.025	0.041		
α Cephei	61 49	21 14	46	0.051	—0.014	0.065		
66 Draconis	61 28	20 3	37	0.065	—0.080	0.145	0.082	
η Cephei	61 8	20 42	42	0.140	—0.140	0.280		
10 —	60 18	21 40	35	0.000	0.003	—0.003		
P. XX. 222	59 49	20 28	35	0.063	—0.078	0.141	0.012	
o Draconis	59 10	18 49	38	—0.025	0.044	—0.069		
ρ —	59 3	15 59	37	—0.025	0.001	—0.026		
2 Cephei Hev.	58 22	19 52	37	0.050	—0.050	0.100	—0.005	0.040
48 Draconis	57 35	18 54	38	—0.035	0.069	—0.104		
δ Cephei	57 30	22 23	40	0.092	—0.112	0.204		
ζ —	57 19	22 5	48	0.128	—0.155	0.283	0.075	
53 Draconis	56 33	19 8	38	0.006	0.040	—0.034		
ε Cephei	56 9	22 8	31	—0.055	0.007	—0.062		
33 Cygni	56 2	20 8	32	—0.001	—0.026	0.025	0.020	
μ Cephei	55 46	21 49	22	0.049	—0.109	0.158		
α Cassiopeae	55 33	0 30	53	—0.021	—0.046	0.025		
49 Draconis	55 24	18 57	35	0.020	—0.008	0.028	0.039	
P. XXI. 336	55 22	21 47	22	0.061	—0.117	0.178		
c Draconis	55 21	18 39	18	0.020				
γ Ursae maj.	54 42	11 44	50	—0.027	0.060	—0.087		
P. XX. 391	53 50	20 48	37	0.068	—0.042	0.110	—0.009	
51 Draconis	53 6	19 1	37	—0.031	0.044	—0.075		
α Cygni	53 2	19 13	39	0.015	0.013	0.002		
P. XXI. 32	52 50	21 5	31	0.084	—0.119	0.203	0.031	
20 Cygni	52 32	19 6	37	0.007	0.028	—0.021		
β Draconis	52 26	17 26	41	—0.001	0.004	—0.005		
γ —	51 31	17 52	50	—0.085	0.108	—0.193	—0.052	
ι Cygni	51 21	19 25	38	—0.050	0.065	—0.115		
3 Lacertae	51 20	22 16	36	0.062	—0.089	0.151		0.001
1 α Cygni	50 22	21 36	31	—0.065	0.006	—0.071	0.049	
η Ursae maj.	50 13	13 40	43	0.096	—0.118	0.214		
c Cygni praec.	50 6	19 37	26	0.025	—0.055	0.068		
— seq.	50 6	19 37	19	0.030	—0.027			
ρ Cygni	49 48	19 32	40	0.020	0.030	—0.010	—0.017	
α Persei	49 13	3 12	42	—0.087	0.073	—0.160		

	1820		Decl.		Rectasc.	Anzahl	2 O. C.	2 U. C.	2 O.C.—2 U.C.	Mittel aus 3 Beob.	O.C.—U.C.	Mittel
1 ω Cygni	48 ⁰	47'	20 ^h	22 ^m	36	0 ^s .086	—0 ^s .082	0 ^s .168				
δ Persei	47	12	3	30	13	0.013						
α Aurigae	45	48	5	3	104	—0.029	0.112	—0.141	0 ^s .006			
ψ Ursae maj.	45	28	11	0	11	0.005						
α Cygni	44	39	20	35	69	0.001	—0.009	0.010				
ε Aurigae	43	33	4	49	32	—0.165	0.105	—0.270				
γ Andromedae	41	28	1	53	38	—0.102	0.171	—0.273	—0.146			
η Aurigae	40	59	4	54	38	—0.182	0.150	—0.332				
β Persei	40	15	2	56	38	—0.063	0.126	—0.189				
γ Cygni	39	41	20	16	33	0.011	—0.057	0.068	—0.047	—0 ^s .078		
ε Persei	39	29	3	46	33	—0.032	0.131	—0.163				
η Herculis	39	16	16	37	32	—0.041	0.140	—0.181				
γ Bootis	39	6	14	25	26	—0.057	0.190	—0.247	—0.040			
σ Cygni	38	39	21	10	26	0.039	—0.151	0.190				

Unterscheiden wir dem Eindrücke der Aehnlichkeit der Werthe folgend 4 Abschnitte und nehmen die Mittel, so erhalten wir die in der letzten Columnne beigesetzten Beträge:

	Decl.	Mittel
I.	79 ⁰ — 70 ⁰	0 ^s .191
II.	70 — 55	0.040
III.	55 — 45	0.001
IV.	45 — 39	— 0.078

also um so kleinere als die Declination abnimmt. Diese Aenderung scheint mir zum grossen Theil mit dem persönlichen Fehler in Verbindung zu stehen. Die Sonderung der Abschnitte II und III von einander trifft gerade 55⁰ Decl., also das Zenith. Der Abschnitt II reicht bis 70⁰ Decl.; man vergleiche dazu Bessel's eigene Aeusserung, welcher in einer anderen Abtheilung der Königsberger astronomischen Beobachtungen, der 8., pag. VIII sagt: „Um dieses [nämlich ob die verschiedene Geschwindigkeit der Sterne im Fernrohre den beständigen Fehler nicht verändert] auszumitteln, habe ich mit verschiedenen Vergrösserungen häufige Versuche angestellt, aber gefunden, dass es ganz gleichgiltig ist, ob ich die Culminationen in der Nähe des Aequators mit 182maliger oder mit 66maliger Vergrösserung beobachte. Da nun die Sterne, welche nicht weniger als 20⁰ vom Pole entfernt sind, mit der ersteren gesehen, sich eben so schnell, oder schneller bewegen, als die Aequatorsterne mit der letzteren gesehen, so ist keine aus dieser Ursache entstehende Unrichtigkeit meiner Rectascensionen, wenigstens der über 20⁰ vom Pole entfernten Sterne zu fürchten.“ Bei 20⁰ Polabstand oder 70⁰ Decl. sehen wir eine Steigerung durch die Grössen:

0^s.160

0.222

gegeben. Andererseits findet der III. Abschnitt seinen Abschluss mit α Cygni (44⁰ 39' Decl.) Gleich darauf macht sich eine auffallend starke negative Abweichung bemerkbar. Diese die IV. Abtheilung characterisirenden negativen Abweichungen werden veranlasst durch das Auftreten der negativen Beträge der Unterschiede 2 O.C. und der positiven Beträge der Unterschiede 2 U.C.

Zu bedenken ist, dass die Beobachtungen der U.C. in der bezüglichen Gegend von 8^0 — 3^0 über dem Horizonte hinsichtlich der Güte den anderen nachstehen. Das verwaschene, in der Farbe veränderliche und unruhig sich bewegende Bild der dem Horizonte so nahe gelegenen Sterne nimmt die Aufmerksamkeit des Beobachters mehr und auf längere Dauer in Anspruch. Hätte nun dieser störende Einfluss nicht gewirkt, so wären die positiven 2 U.C. geschwunden, damit wäre die mittlere Rectascension kleiner und das Negative der 2 O.C. ebenfalls schwächer geworden. Uebrigens mögen gewisse Ungleichheiten an dieser Stelle wie auch an anderen der Tabelle aus dem Umstande hervorgehen, dass der Rechnung der Königsberger Fundamental-Sternkatalog vom Jahre 1815 zu Grunde liegt. Spätere gründliche Untersuchungen haben Bessel in den Stand gesetzt, einen neuen Catalog 1825 herauszugeben, welcher gegen den ersten Aenderungen der Positionen erkennen lässt. Der Unterschied der Sterne des älteren Catalogs beträgt zwischen $4^h 26^m$ (α Tauri) — $14^h 8^m$ (α Bootis) im Durchschnitt — $0^s.05$, von 14^h — 4^h + $0^s.07$. Ob in diesen Unterschieden oder sonst in einem anderen Verhalten der Grund zu suchen ist — eine neue Reduction der Beobachtungen würde zur Entscheidung beitragen — lassen wir dahingestellt; offenbar muss es auffallen, dass die Sterne von 2 Aurigae — β Persei und ϵ Persei mit Rectascensionen zwischen 2^h und 5^h plötzlich gegen den bisherigen allmäligen Verlauf mit stark negativen Werthen einsetzen. Auf den Vergleich der Abtheilung II mit III dagegen können die geäußerten Bedenken sich nicht erstrecken, da mit nur wenigen Ausnahmen die Rectascensionen der Sterne in beiden Abtheilungen einander gleich um 20^h nahe herum vertreten sind. Diese beiden Abtheilungen unterscheiden sich nun in der Beobachtungsweise dadurch, dass in III die O. und U. Culminationen und in II die U. Culminationen im Bewegungssinne von rechts nach links vor sich gehen, während der Sinn bei II in der O. Culmination der umgekehrte von links nach rechts ist.

Wir erhalten, indem wir die Unterschiede für II U.C. und III U.C. identificiren, als vorläufigen Werth:

$$0^s.040 - 0^s.001$$

oder kurz $0^s.04$ als denjenigen Betrag, um welchen Bessel in der Gegend des Zeniths die Passage von links nach rechts gegen die gewöhnliche Beobachtung später beobachtete. Einem Zweifel muss noch begegnet werden. In der Nähe der Zenithstellung des Fernrohres nämlich kann des Beobachters Auge die Neigung ob nach Süd oder Nord nicht gut beurtheilen, möglicherweise sind daher bisweilen bei der ohnehin qualvollen, dem Zenith zugerichteten Stellung des Beobachters Tausche in der Haltung des Kopfes vorgekommen und Beobachtungen der O. Culmination der Abtheilung II in der Weise, wie wir sie bei III voraussetzen, angestellt worden und umgekehrt Beobachtungen der Abtheilung III wie bei II. So viel ist aber sicher, dass bei Verwechselungen dieser Art zur Correction der Abtheilung II etwas Positives, und der Abtheilung III etwas Negatives zugefügt werden müsste, was die Differenz von $0^s.04$ noch vergrößern würde. Lassen wir einstweilen $0^s.04$ auch als den der mittleren Aequatorbewegung entsprechenden Unterschied in der asymmetrischen Anschauung Bessel's

gelten, so wird der bezügliche Unterschied für Beobachtung der Sterne, welche dem Pole sich nähern, dadurch rapide wachsen, dass die Zeitdauer für die asymm.

Quantität durch Multiplication mit $\frac{1}{\cos \delta}$, wo δ die Declination des Sternes ist, vergrößert wird. Wie die in der Tabelle für die höheren Declinationen aufgeführten beobachteten Unterschiede zu den durch die angeführte Rechnungsoperation ermittelten sich verhalten, zeigen folgende Zahlen:

$$\begin{array}{ccc} \text{B.} & & \text{R.} \\ 0^s.22 \} & 0^s.19 & 0^s.17 \} \\ 0.16 \} & & 0.12 \} \end{array} 0^s.14$$

Hiernach sollte die Quantität $0^s.04$ noch vergrößert werden, andererseits aber haben wir die eigentliche Verkleinerung durch Multiplication mit dem Cosinus der Declination wegen Reduction auf den Aequator wieder zu berücksichtigen. Behandeln wir aber die 27 Beobachtungen des I und II Abschnitts, in welchen die scheinbare Bewegung der Sterne für die obere Culmination in entgegengesetztem Sinne als für die untere Culmination sich darstellt, und die deswegen allein zur Verwendung kommen, mit Rücksicht auf die durch die Anzahl der Beobachtungen repräsentirten Gewichte und auf den in der Bessel'schen Tafel weiter angeführten wahrscheinlichen Fehler einer einzelnen Beobachtung, so erhalten wir die folgende Zusammenstellung:

	Decl.	O. C.	An- zahl	wF cos δ	U. C.	An- zahl	wF cos δ	p	p (O-U) cos δ	(O-U) cos δ
ζ Ursae min.	78° 21'	0 ^s .135	17	0 ^s .023	— 0 ^s .144	16	0 ^s .039	89.28	5 ^s .030	0 ^s .056
γ Ceph.	76 37	0.029	40	0.034	— 0.033	36	0.052	98.04	1.407	0.014
β Ursae min.	74 54	0.110	19	0.034	— 0.190	11	0.028	86.96	6.796	0.078
γ —	72 29	0.113	22	0.042	— 0.125	20	0.044	75.19	5.386	0.072
α Dracon.	70 47	0.058	19	0.043	— 0.052	21	0.064	58.48	2.117	0.036
λ —	70 19	0.092	19	0.034	— 0.072	18	0.057	64.52	3.564	0.055
δ Ceph.	69 46	0.036	24	0.044	— 0.049	18	0.061	58.82	1.729	0.029
α Ursae maj.	62 43	0.051	18	0.039	— 0.046	20	0.056	64.52	2.869	0.044
η Dracon.	61 55	0.008	18	0.048	— 0.010	15	0.044	62.50	0.550	0.009
α Ceph.	61 49	0.023	24	0.040	— 0.026	22	0.082	51.81	1.199	0.023
δ Dracon.	61 28	0.033	18	0.047	— 0.031	19	0.048	64.10	1.960	0.031
η Ceph.	61 8	0.070	22	0.042	— 0.076	20	0.047	72.46	5.108	0.070
10 —	60 18	— 0.010	17	0.036	0.004	18	0.046	71.94	— 0.499	— 0.007
P. XX. 222	59 49	0.034	19	0.036	— 0.039	16	0.038	79.36	2.913	0.037
α Dracon.	59 10	— 0.025	18	0.042	0.022	20	0.066	56.18	— 1.353	— 0.024
θ —	59 3	— 0.008	20	0.056	0.010	17	0.043	61.35	— 0.568	— 0.009
2 Ceph. Hev.	58 22	0.025	19	0.046	— 0.025	18	0.044	67.57	1.772	0.026
48 Dracon.	57 35	— 0.039	18	0.049	0.034	20	0.096	40.98	— 1.604	— 0.039
δ Ceph.	57 30	0.046	21	0.050	— 0.055	19	0.056	59.17	3.211	0.054
ζ —	57 19	0.063	25	0.048	— 0.068	23	0.070	57.14	4.042	0.071
53 Dracon.	56 33	— 0.023	18	0.056	0.020	20	0.061	52.63	— 1.247	— 0.024
ε Ceph.	56 9	— 0.027	14	0.066	0.023	17	0.060	43.67	— 1.216	— 0.028
33 Cygni	56 2	0.005	14	0.044	— 0.003	18	0.046	62.50	0.279	0.004
μ Ceph.	55 46	0.035	10	0.042	— 0.029	12	0.069	41.67	1.500	0.036
α Cassiop.	55 33	— 0.006	27	0.048	0.000	26	0.055	70.42	— 0.239	— 0.003
49 Dracon.	55 24	0.001	18	0.054	0.000	17	0.059	52.36	0.030	0.001
P. XXI. 336	55 22	0.029	13	0.048	— 0.054	9	0.059	42.02	1.982	0.047

In den Spalten „O. C.“ und „U. C.“ sind die Werthe für Kreis West und Ost zusammengekommen, nebenbei die Anzahl. Durch Multiplication mit dem Cosinus der Declination ergeben sich hieraus die in der letzten Columnne mitgetheilten Differenzen „ $(O-U) \cos. \delta$ “. Die Zahlen der beiden Reihen „ $wF. \cos. \delta$ “ gelten für den wahrscheinlichen Fehler einer einzelnen Beobachtung in O. C. und U. C. Hiermit ist der wahrscheinliche Fehler der Gesamtzahl und der Differenz $O-U$ berechnet, woraus die Gewichte folgen, welche in der Columnne „p“ mitgetheilt sind. Aus der Summe der ferner aufgeführten „ $p(O-U) \cos \delta$ “ ergibt sich mittelst Division durch die Summe der Gewichte der Werth der zu suchenden Grösse:

$0^s.0274$ mit dem wahrscheinlichen Fehler: $0^s.0034$

Das ohne Bezug auf die Gewichte ausgerechnete einfache Mittel der letzten Columnne würde lauten:

$0^s.0244$ mit dem wahrscheinlichen Fehler: $0^s.0043$

Mit ziemlicher Sicherheit hat also für Bessel's Auffassung der Passagebeobachtungen im Sinne von links nach rechts nahezu die Quantität $0^s.03$ zu spät gegen die gewöhnliche Richtung sich herausgestellt, wenn wir von einer gewissen noch übrig bleibenden Steigerung des Werthes mit Grösserwerden der Declination absehen.

Bessel theilt in der 11. Abtheilung der astronomischen Beobachtungen in Königsberg pag. IV. bei Gelegenheit der neuen Tafeln für Rectascension und Declination von α Ursae minoris, dem 12 jährige Beobachtungen in der Zeit von 1814—25 zu Grunde gelegt wurden, Folgendes mit. „Die gerade Aufsteigung für 1820 ist $0^h 57^m 1^s.505$. Meine sämmtlichen Beobachtungen geben im Frühjahr stets eine grössere Rectascension als im Herbst, so dass der Unterschied vom arithmetischen Mittel $\pm 0^s.771$ beträgt; die Ursache dieses Unterschiedes habe ich nicht entdecken können. Beobachtungen auf anderen Sternwarten geben das Umgekehrte, woraus man die Nothwendigkeit einer Vergrösserung der Aberration ($20''.255$) gefolgert hat; wie ich glaube, nicht mit Recht.“ Noch führt er an, dass er bei beiden Culminationen das Meridianzeichen beobachtet hat, wenn auch selten, woraus keine Verschiedenheit im Azimut und in der Horizontalität der Axe hervorgeht. Leider ist nur das Resultat kurz ohne die einzelnen Ergebnisse publicirt, so dass in meiner Arbeit hier eine spezielle Untersuchung nicht angeknüpft werden konnte. Ich erlaube mir aber folgenden Erklärungsversuch jenes anomalen Verhaltens zu geben. Die Beobachtungen von α Ursae minoris in den genannten Jahreszeiten unterscheiden sich dadurch, dass im Frühjahr die obere Culmination gegen Mittag, also bei voller Tagesbeleuchtung, eben dahin im Herbst die untere trifft, die untere im Frühjahr und die obere im Herbst dagegen Abends. Vom blauen Tageshimmel schwach sich abhebende Sterne, und auf röthlich gelbem künstlichen Beleuchtungsgrunde stark strahlende wie auch durch die Diffraction vergrösserte Sterne des Nachts, sind Gegensätze, die wohl an und für sich eine Aenderung der Auffassung zur Folge haben können. Das beobachtende Auge nimmt die erst genannten Erscheinungen mit geringerer Oeffnung der Pupille wahr, als des

Abends. Nach der Untersuchung der Physiologen entspricht der kleineren Oeffnung ein Stärkerwerden der Krümmung der Crystalllinse des Auges, während im Dunklen bei weiterer Oeffnung ein mehr fernsichtiger Zustand eintritt. Wir gehen nun von der Vorstellung aus, dass die kleinere Oeffnung der Pupille die asymmetrische Quantität schärfer und stärker hervortreten lässt, als die volle Oeffnung, mit welcher mehr eine Ausgleichung der auffallenden Strahlen erfolgt. Durch diese Hypothese, wonach mit enger Pupille ein Auge, wie Bessel's zur Beurtheilung von zwei Räumen den rechts gelegenen noch gesteigert grösser fordert, und im entgegengesetzten Falle ein anderes Auge den links gelegenen mehr vergrössert beansprucht, können wir die Gestaltung der obwaltenden Differenzen in Formeln wiedergeben und Werthe aus Bessel's Beobachtungen bestimmen, ausgehend von folgenden Bezeichnungen:

α und δ Rectascension und Declination des Polarsterns.

O und U Beobachtungen der oberen und unteren Culmination unterschieden durch die Indices t und n für Tag und Nacht.

i bezeichnet die für den Aequator geltende Differenz zwischen O. und U. C. Beobachtung, bei Bessel auf $0^{\circ}.0274$ bestimmt und

q den Zuwachs, aus Tagesbeobachtungen resultirend.

Die oberen Zeichen gelten für die rechts positiv vorhandene Asymmetrie, wie bei Bessel, die unteren für eine im linken Sinne.

$$\begin{aligned}
 O_t &= \alpha \pm \frac{i}{2 \cos \delta} \pm \frac{q}{\cos \delta} \quad U_n = \alpha \mp \frac{i}{2 \cos \delta} \quad O_n = \alpha \pm \frac{i}{2 \cos \delta} \quad U_t = \alpha \mp \frac{i}{2 \cos \delta} \mp \frac{q}{\cos \delta} \\
 \frac{O_t + U_n}{2} &= \alpha \pm \frac{q}{2 \cos \delta} \quad \frac{O_n + U_t}{2} = \alpha \mp \frac{q}{2 \cos \delta} \\
 \frac{1}{2} \left(\frac{O_t + U_n}{2} + \frac{O_n + U_t}{2} \right) &= \alpha \\
 O_t - U_n &= \pm \frac{i}{\cos \delta} \pm \frac{q}{\cos \delta} \quad O_n - U_t = \pm \frac{i}{\cos \delta} \pm \frac{q}{\cos \delta}
 \end{aligned}$$

Die Zahl der Beobachtungen soll für Kreis Ost und Kreis West Nachts gleich gross sein; denn nur so hebt sich ein etwaiger durch schräge auf die Fäden fallende Beleuchtung entstehender Fehler heraus. Das Mittel aus den Beobachtungen O_t , U_n , O_n , U_t ist frei von den Fehlern. Durch das Mittel der Daten O_t und U_n , also für α Ursae min. der Frühjahrsbeobachtungen, er-

hält man bei Asymmetrie rechts ein Resultat um $\frac{q}{2 \cos \delta}$ zu gross, im Herbst

um ebensoviel zu klein. Bei entgegengesetztem Augenverhältniss gilt das Umgekehrte. Endlich liefert die Differenz der Beobachtungen $O - U$, unabhängig von der Jahreszeit, gleiche Werthe, wie vorhin gedeutet, um

$\frac{i}{\cos \delta} + \frac{q}{\cos \delta}$ zu gross, oder zu klein. Da aus dem für Bessel gefundenen

$i = 0^{\circ}.0274$ für $\delta = 88^{\circ} 21'$ $\frac{i}{\cos \delta} = 0^{\circ}.952$ folgt, und nach seiner Angabe

$\frac{q}{2 \cos \delta} = 0^s.771$ hervorgeht, so nimmt der Ausdruck den Werth an

$$\frac{i}{\cos \delta} + \frac{q}{\cos \delta} = 2^s.494$$

Dieser erhebliche Einfluss muss sich nun auch aus der Circumpolarstern-tabelle erkennen lassen, da häufige Tagesbeobachtungen verzeichnet sind. Was die 4 ersten Sterne betrifft, so ist das Verhältniss der Beobachtungen bei Tage zu denen bei Nacht für γ Cephei und γ Ursae min. gleich, für ζ und β Ursae min. = 1:2. Wir können hier vorläufig nur zwei stricte Gegensätze unterscheiden und sind über die Schwierigkeit Hinsichts der Abstufung zwischen Tages- und Nachtsbeobachtungen weggegangen, daher kann die abgeleitete Zahl überhaupt nur als ungefähr richtig gelten. Doch ergibt mit Zugrundelegung derselben die Ausrechnung der für diese 4 Sterne geltenden $\frac{i}{\cos \delta} + \frac{q}{\cos \delta}$

Zahlen, welche mit der Beobachtung einigermaßen übereinstimmen, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

	Rechn.	Beob.
ζ Ursae minor.	0 ^s .356	0 ^s .279
γ Cephei	0 .310	0 .062
β Ursae minor.	0 .276	0 .300
γ —	0 .239	0 .238

Die grösste Abweichung findet sich bei γ Cephei (Rectasc. = 23^h 32^m), bessere Harmonie bei den anderen, welche alle ziemlich gleiche Rectascension (15^h) haben, so dass unsere frühere Bemerkung Hinsichts der Uhre correctionen Erwägung erfordert. Die in der Bessel'schen Tabelle mit wachsender Declination sich kundgebende Steigerung des Werthes O — U für die ersten Sterne kann somit wohl als genügend erklärt gelten. Da q auf den Aequator reducirt 0^s.0444 wird, so ist noch in consequenter Weise anzunehmen, dass die Tagespassagen eines Aequatorsternes um diesen Betrag früher als die Nachtsbeobachtungen von Bessel notirt wurden. Schneller aber über den Werth von i und q in's Klare zu kommen, als durch Schlüsse aus sehr vielen Beobachtungen, wie an dem Bessel'schen Falle hier versucht wurde, dürfte der Zusatz eines kleinen Reversionsprisma's zum Meridianapparate gewähren. Die heutigen Instrumente sind mit einer so reichhaltigen Anzahl von Fäden ausgestattet, dass besonders an den Polarsternen zeitweise durch das Prisma, zeitweise ohne dasselbe die Beobachtungen angestellt werden können, ohne die zur Correction des Instrumentes erforderliche Anzahl zu schwächen. Das Prisma erhält seine Befestigung an dem vorderen Oculare, geht daher mit dem Schieber mit, und muss der Art eingerichtet sein, dass es zur beliebigen Zeit vorgedreht und zurückgedreht werden kann. Heisst die aus der Beobachtung von Passagen von links nach rechts erlangte Zahl l , r diejenige, welche aus den Passagen von rechts nach

links hervorgeht, und sind die Daten für Tag und Nacht durch die Indices t und n unterschieden, so erwirbt man aus den Gleichungen:

$$l_t - r_t = \pm \frac{i}{\cos \delta} \pm \frac{2q}{\cos \delta}$$

$$l_n - r_n = \pm \frac{i}{\cos \delta}$$

worin die Zeichen $\pm$ im vorher angegebenen Sinne zu verstehen sind, die Werthe von i und q zu jeder beliebigen Zeit.

Die asymmetrische Eigenschaft der Augen lässt sich näher an einem Apparat untersuchen, der in folgender Weise — wenngleich primitiv — eingerichtet ist. Ein zum Ausziehen und damit zur Einstellung auf deutliche Sehweite eingerichtetes Papprohr hat an dem einen Ende Verschluss bis auf eine im Mittelpunkt der Axe gelegene runde kleine Oeffnung, die zum Durchsehen dient. Das andere ebenfalls verdeckte Ende ist mit einem den Durchmesser bildenden, feinen Spalt versehen, wozu eine auf versilbertem Glase gerissene Linie verwendet werden kann. Dicht darüber lässt sich senkrecht zum Spalt ein längerer Glasstreifen in Schieberform verstellen. Dieser Streifen enthält die in der Figur 4, a — jedoch in anderen Maassverhältnissen — wiedergegebenen zwei Parallellinien und eine Transversale, welche auf dem mit Silberbelag versehenen Glase eingerissen sind. Wird das Glas verschoben, so bekommt man in der Durchsicht gegen Tageslicht oder das Milchglas einer Lampe zwei constante helle feine Punkte und einen die Lage zwischen jenen ändernden dritten, und damit alle Intervalle zwischen $\frac{0}{10}$ — $\frac{10}{10}$ des in Zehntel zu schätzen-

den constanten Abstandes der Parallellinien. Da neben den Parallellinien die Theilung in Hundertel auf einem Papierstreifen, Fig. 4, b zugefügt ist, und der Index auf dem festen Rohre sich befindet, so können alle vom Auge geschätzten Intervalle genau controllirt werden. Durch Drehung des Rohres um seine Axe ist man in den Stand gesetzt, derartige Schätzungen auch in allen Richtungen vorzunehmen. Um die Theilung richtig anzubringen, sind die Schnittpunkte genau mit der Lupe aufzusuchen. An jeder Schnittstelle findet sich vergrößert ein Bild, etwa wie Fig. 4, c zeigt; wenn man sorgfältig den vom Silberbelag stehen gebliebenen äussersten Spitzen nachspürt und den Zwischenraum zwischen ihnen halbirt, welches den eigentlichen Schnittpunkt ergibt, so wird man wohl einen Fehler von weniger als $\frac{1^{\text{mm}}}{2}$ begehen. Die

Länge der Skala beträgt nahe zu 100^{mm} und das Intervall zwischen den Parallelen etwa 2^{mm} , eine Grösse, die der Vorstellung des Secundenraumes bei den Sterndurchgängen im Fernrohr ähnlich ist. Der Indexfehler geht heraus, wenn man die Beobachtung durch Drehung des Rohres um 180° wiederholt. Sehen wir von der Schätzung der übrigen Intervalle ab, wo persönliche Eigenthümlichkeiten besonderer Art vorkommen können und halten uns allein an die

Schätzung der Hälfte des Intervalles oder an die Beurtheilung zweier gleichen Räume, so werden wir durch Uebung es soweit bringen, dass Abweichungen unter den Beobachtungen von nur $\frac{1}{100}$ eintreten. Fig. 5, l. und r. geben in

übertriebener Weise für ein linkes und rechtes Auge wieder, wie gross die beiden Abstände in verschiedenen Richtungen sein müssen, damit sie als gleich erkannt werden.¹⁾ Die Umrissfiguren gestalten sich nach der verticalen Richtung zu weniger breit, weil bekanntermassen verticale Abstände im Verhältniss zu horizontalen grösser beurtheilt werden. Wollte man auch in dieser Hinsicht an dem Apparate vergleichende Messungen ausführen, so würde dies möglich sein durch Einführung eines zweiten parallelen Spaltes, dessen Abstand von dem ersten einen bekannten und etwas kleineren Werth als die Hälfte der Entfernung der beiden Parallelen von einander hat, und durch Verschiebung des Glasstreifens. Die störenden Nebenbilder müssen selbstverständlich verdeckt werden. In dem Sinne der abgebildeten, durch den Schnittpunkt getheilten Linien ist nun auch die Auffassung meiner Augen, bis auf den horizontalen Vergleich mit dem rechten Auge, wofür ich eigentlich keine Abweichung finde. Dieses verwende ich allein für astronomische Beobachtungen.

Das linke schätzt hier die Abweichung auf $\frac{1}{100}$, beide Augen haben in der

Verticalen eine Abweichung gegen $\frac{2}{100}$ hin, den mittleren Betrag von $\frac{1}{100} - \frac{2}{100}$

in den Zwischenrichtungen. Wie aus den Figuren verständlich, ist der Sinn der Abweichungen der auch auf astronomische Weise gefundene; demnach müssen mit einem linken Auge sowohl wie mit einem rechten die Durchgänge in der Richtung von links unten nach rechts oben später notirt werden als in der Richtung von links oben nach rechts unten, und zwar auch dann noch, wenn im Horizonte keine Abweichung wahrgenommen wird. Die an sich kleinen astronomischen Abweichungen erscheinen aber gross gegen die in dieser Methode auftretenden Werthe, die übrigens ebenfalls für andere Beobachter nicht bedeutender sich ergeben werden. Ich bin daher geneigt, die fehlerhafte Anlage der Augen, wie sie das in aller Ruhe mit gehöriger Prüfung an festen Objecten vorgenommene Experiment zeigt, zwar als Grund für die astronomischen Abweichungen anzusehen, jener Anlage jedoch eine multiplicirende Eigenschaft zuzumuthen bei Beobachtungen, welchen eine nur momentane und noch auf andere Punkte sich vertheilende Aufmerksamkeit gegönnt ist.

¹⁾ Ueber die Deutung verticaler Entfernungen finden wir schon (1837) in den astron. Nachrichten No. 343 p. 110, 111 von Bessel die Stelle: „—, weil bekanntlich die Entfernung zweier Punkte desto kleiner beurtheilt wird, je näher sie bei dem Scheitelpunkte stehen, welches falsche Urtheil sowohl bei dem Sehen im Fernrohre, als bei dem mit blossen Augen stattfinden kann und dann in der Beurtheilung der Gleichheit zweier Entfernungen, mit Ausnahme des Falles, dass sie in horizontaler Richtung liegen, einen Fehlerer zeugen muss.“

Von unserem für den Längenunterschied gefundenen Resultat:

$$7^m 21^s.218$$

kommen die Correctionen:

$0^s.184$ pers. Diff. am geraden Fernrohr,

0.060 pers. Diff. am gebrochenen Apparat,

da sie Verspätungen meinerseits entsprechen, in Abzug, daher:

$$7^m 20^s.974$$

schliesslich der Längenunterschied ist, der zwischen den Positionen des Repsold'schen Kreises der Königsberger Sternwarte und des im Hause der Naturforschenden Gesellschaft am Frauenthor befindlichen Passageinstrumentes beobachtet wurde. Für den Thurm dieses Hauses ist von der gefundenen Zahl noch etwa $0^s.004$ zu subtrahiren. Seine Coordinaten werden:

Länge zu K. $7^m 20^s.97$, Polhöhe $54^\circ 20' 58''.47$

(vgl. Schriften der Naturf. Gesellsch. zu Danzig N. F. Bd. 3 H. 2. Abh: Das Niveau etc.)

Um mit den in früheren Zeiten gefundenen Werthen einen Vergleich zu machen, beziehen wir das Resultat auf die K. Navigations-Schule, wie es bei früheren Bestimmungen auch geschehen ist. Da dieselbe nordöstlich vom Frauenthor liegt, und zwar in dem Azimut $25^\circ 46'$ und nach dem sehr genauen grossen Stadtplan in der Entfernung von 658 Meter, so ergibt die Rechnung im Parallel der Navigationschule 286.0 Meter östl. Länge, welche unter Verwerthung von 270.87 Meter für 1 Secunde gleichkommt in Zeit:

$$1^s.056$$

Hiernach würde der Längenunterschied zwischen der Navigationsschule und der Königsberger Sternwarte werden:

$$7^m 19^s.92$$

Ueber die im Jahre 1858 zwischen der Königsberger Sternwarte und der Navigationschule in Danzig ausgeführte telegraphische Längenbestimmung sind zwei Aufsätze in den astronomischen Nachrichten publicirt, nämlich:

No. 1166 Dr. M. Wichmann, Bestimmung d. geographisch. Länge v. Danzig; und

No. 1163 E. Kayser, Bestimmung der Längendifferenz zwischen der Königsberger Sternwarte und der Danziger Navigationschule durch den electromagnetischen Telegraphen.

Von Wichmann wird als Resultat mit Einschluss der persönlichen Gleichung $K-W = 0^s.10$, welche allerdings nur auf 10 an dem mit 5 Fäden ausgestatteten Repsold'schen Meridiankreise beobachteten Vergleichen beruht, angegeben:

$$7^m 19^s.6$$

von mir

19.74, ohne Rücksicht auf persönliche Fehler. Da einerseits eine Vergrösserung dieses Werthes eintreten müsste, da nur eine, in Königsberg telegraphirende Pendeluhr für Beobachtung der Coincidenzen angewandt ist, deren Schläge in Danzig noch später, als berücksichtigt ist, markirt wurden, andererseits aber wieder eine Verkleinerung zu bedenken ist, weil die Zeitbestimmungen an dem gebrochenen Passageapparate

der Navigationsschule von gleicher Dimension, wie das der Naturf. Gesellschaft gehörende Instrument, jene oben mitgetheilte Correction von 0^s.06 beanspruchen, so möchte die Angabe:

$$7^m 19^s.6$$

der Wahrheit wohl am nächsten kommen. Wenngleich die damaligen telegraphischen Signalbeobachtungen vorzügliche Resultate geliefert haben, so kann ich den Werth der zugehörigen Danziger Zeitbestimmungen nicht eben hoch veranschlagen. Jedenfalls stehen jene Zeitbestimmungen, obwohl an dem Instrumente mit 5 Fäden gemacht, den gegenwärtigen an dem mit nur 3 Fäden ausgestatteten Apparate erlangten nach, wenn man die an den 5 Beobachtungstagen damals für die einzelnen Sterne berechneten Abweichungen vom Mittelwerthe in den hier folgenden Zahlen näher ansieht:

Abw. v. Mittel:

1858

Sept. 8.	Sept. 9.	Sept. 10.	Sept. 11.	Sept. 12.
α Cygni — 0 ^s .50	β Lyrae — 0 ^s .59	ζ Aquilae 0 ^s .10	β Lyrae — 0 ^s .49	β Lyrae — 0 ^s .49
ζ — 0.15	ζ Aquilae 0.32	δ — 0.32	ζ Aquilae — 0.19	ζ Aquilae — 0.21
β Aquarii 0.00	δ — — 0.65	γ — 0.01	δ — — 0.21	δ — — 0.12
ϵ Pegasi — 0.02	γ — — 0.31	α — 0.10	γ — 0.34	γ — 0.15
α Aquarii — 0.24	ζ Cygni 0.57	α^2 Capric. — 0.52	α — 0.25	α — 0.32
η — 0.59	β Aquarii 0.35	α Cygni — 0.72	α Cygni 0.30	β — 0.32
α Pisc. austr. 0.01	α — 0.28	ζ — — 0.14		
α Androm. — 0.03		β Aquarii 0.21		
γ Pegasi 0.03		ϵ Pegasi 0.16		
		α Aquarii 0.44		

Wahrscheinlich hat zu den hier vorkommenden starken Abweichungen der Uebelstand beigetragen, dass, wie ich mich erinnere, die Bilder der Sterne an dem Apparate eine seitliche Verzerrung zeigten, die wohl von einer unrichtigen Verfassung des Prisma's herrühren kann.

Es mögen aus der Wichmann'schen Abhandlung noch die früheren auf die Navigationsschule bezogenen Ergebnisse neben dem gegenwärtigen hier einen Platz finden:

durch das alte Wolf'sche Observatorium nach Wurm	7 ^m 21 ^s .2
aus einer Sternbedeckung nach Hansen	14.5
aus derselben nach Steczkowsky	13.5
aus der Sonnenfinsterniss 1842 nach Domke	22.6
aus der Sonnenfinsterniss 1851 nach Santini	25.6
aus derselben nach Agardh	19.5
durch Chronometerübertragung, bezogen auf Rixhöft nach Busch	19.0
„ „ „ „ Berlin nach Galle	19.9
„ „ „ „ Königsberg nach v. Schubert	19.2
durch die telegr. Best. 1858 nach Wichmann und Kayser	19.6
durch gegenwärtige Bestimmung	19.9

Bezieht man die letzte Ermittlung auf den trigonometrischen Punkt der Stadt Danzig, nämlich auf die Mitte des südlichen Pfarrthurmdaches, so erhält man aus folgender Betrachtung mit den in Anwendung kommenden Angaben des Berliner astronomischen Jahrbuches 1883:

Königsberg—Danzig, Frauenthor	7 ^m	21 ^s .0	
Frauenthor—Pfarrthurm		1.0	
Königsberg—Danzig, Pfarrth.	7	22.0	
Königsberg—Berlin	28	24.2	
Danzig, Pfarrth. — Berlin	21	2.2	
Berlin—Paris	44	14.0	
Danzig, Pfarrth. — Paris	1 ^h 5	16.2	
oder in Bogen	16 ^o	19'	3''
Danzig, Pfarrth. ö. Länge v. Ferro	36	19	3
wofür der Generalstab den Werth angiebt:	36	19 17.	941

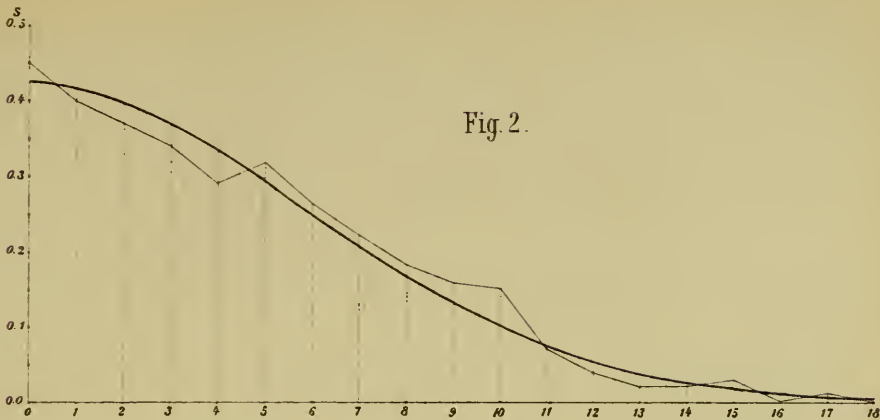


Fig. 2.

Fig. 1.

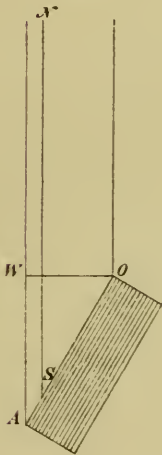


Fig. 4.

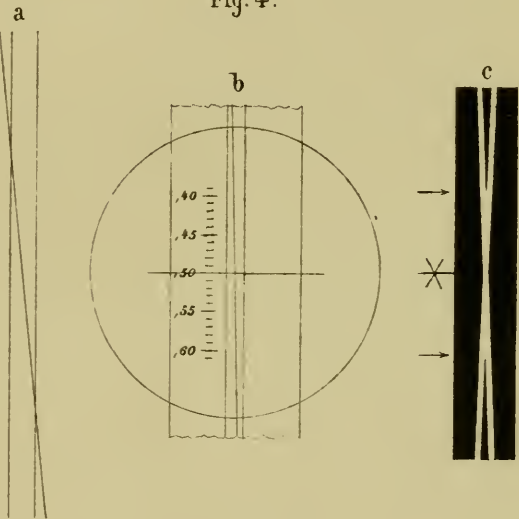


Fig. 5.

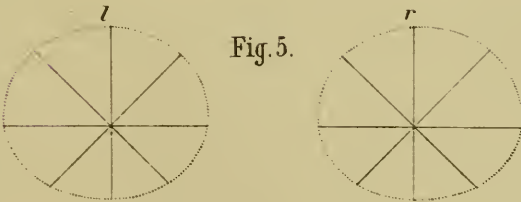


Fig. 3.

