ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN.

N^o. 732.

Bestimmung des Längenunterschiedes von Altona und Schwerin durch Chronometer-Reisen,
von Herrn Regierungs-Secretair *Paschen* in Schwerin.

Im Jahre 1848 hatte der Herr Conferenzzath *Schumacher* in Altona die ausgezeichnete Güte, mir von den Chronometern der dortigen Sternwarte sechs der vorzüglichsten zur Disposition zu stellen, um mittelst derselben durch wiederholte Zeitübertragungen den Unterschied der geographischen Länge von Altona und Schwerin zu bestimmen. Ein so dankenswerthes Anerbieten nahm ich mit Freuden an, und zwar um so lieber, als ich seit dem Jahre 1842 eine nicht unbeträchtliche Anzahl von Sternbedeckungen beobachtet hatte, und mir, neben dem dadurch gewonnenen Material zur Bestimmung der Länge von Schwerin, eine scharfe Ermittlung der letzteren auf einem anderen Wege besonders willkommen sein musste.

Nachdem die hiesige grössherzogliche Landes-Regierung die Garantie für die Altonaer Chronometer übernommen und die, für das beabsichtigte Unternehmen erforderlichen Geldmittel bewilligt hatte, wurde dasselbe im September 1848 zur Ausführung gebracht. Die nachfolgenden Zeilen haben den Zweck, das Unternehmen, dessen Resultate vorläufig schon in Nr. 701 der *Astronomischen Nachrichten* mitgetheilt sind, näher darzulegen.

1.

Die Länge des Weges, auf dem die Chronometer hin- und herzubringen waren, beträgt sehr nahe 17,3 geographische Meilen. Der Transport liess sich fast ausschliesslich auf der Eisenbahn bewerkstelligen, nur 0,7 Meilen mussten auf Strassenpflaster zurückgelegt werden. Die Anordnung der Bahnzüge erlaubte es, jeden Tag die Chronometer zwischen Altona und Schwerin einmal hin- und herzubringen. Jede Reise von einem Orte zum andern erforderte etwas mehr als 5 Stunden, zwischen je zwei auf einander folgenden Vergleichen der Chronometer mit den Pendeluhrn an beiden Orten lagen im Durchschnitt 6,97 Stunden. Mit Rücksicht auf diese, für eine sichere Zeitübertragung überaus günstigen Umstände ward es für genügend erachtet, die Chronometer an vier auf einander folgenden Tagen viermal von Altona nach Schwerin, und ebenso oft von dort nach Altona zurückzubringen.

Die Reisen wurden am 4^{ten} September Nachmittags begonnen und waren am 8^{ten} Vormittags beendet. Drei dersel-

ben hat der Herr Lieutenant *Vogler* hieselbst auszuführen die Güte gehabt, die erste Reise von Altona hieher und die letzte Reise nach Altona zurück habe ich gemacht. Meine letzte Anwesenheit in Altona benutzte ich, um mich mit dem Herrn Dr. *Petersen*, der in Altona die Zeitbestimmungen gemacht hatte, rücksichtlich der Personaldifferenz bei der Beobachtung der Fäden-Antritte am dortigen Meridiankreise zu vergleichen.

2.

Die Chronometer der Altonaer Sternwarte, welche zur Zeitübertragung dienten, sind folgende:

- 1) *Kessels* 1316, Boxchronometer
- 2) *Kessels* 1252, ———
- 3) *Breguet* 4052, ———
- 4) *Kessels* 1260, Taschenchronometer
- 5) *Arnold* 1755, ———
- 6) *Earnshaw* 464, ———

Ausserdem hatte Herr *Krille* in Altona zwei von ihm verfertigte Chronometer zur Mitbenutzung gegeben:

- 7) *Krille* 110, Boxchronometer
- 8) *Krille* 61, ———

Auch ward ein für die Navigationsschule in Wustrow bestimmtes, damals in meinen Händen befindliches Chronometer

- 9) *Dent* 2033, Boxchronometer,

bei den Reisen, die ich selbst machte, mitgeführt. Während der übrigen Reisen wurde dasselbe in Schwerin bei den Zeitbestimmungen, die dort im Freien gemacht werden mussten, und zur Uebertragung derselben auf die Pendeluhr benutzt.

Sämmtliche Chronometer gehen mittlere Zeit.

Der Transport der Chronometer ward im Uebrigen ohne Unfall ausgeführt, jedoch war auf der ersten Reise von Altona nach Schwerin die Suspension von *Krille* 61 gelöst; dasselbe ereignete sich bei *Dent* 2033 auf der letzten Reise von Schwerin nach Altona; dies Chronometer hatte sich um eine der Horizontalaxen etwa 120° gedreht und war in dieser Lage festgeklemmt, jenes fand sich beim Oeffnen des Kastens in horizontaler Stellung. *Kessels* 1316 konnte wegen eines Missverständnisses bei der ersten Reise, in Schwerin nicht

geöffnet werden, so dass also bei demselben eine doppelte Zeitübertragung ausfällt.

Im Ganzen sind, nach dem bisher Gesagten, mit den 9 Chronometern 33 doppelte Zeitübertragungen zwischen Altona und Schwerin ausgeführt.

Zur Vergleichung der Chronometer diente in Altona die Pendeluhr von *U. Jürgensen*, welche in der dortigen Sternwarte zu den Beobachtungen am Meridiankreise benutzt wird, in Schwerin eine Pendeluhr mit Quecksilber-Compensation, welche nach Sternzeit regulirt ist, deren Gang aber, wenn er auch im Ganzen recht zufriedenstellend ist, doch die Regelmässigkeit des Ganges der zuerst genannten Uhr nicht erreicht. Die Vergleichung der Uhren geschah an beiden Orten jederzeit unmittelbar vor der Abreise und nach der Ankunft, und zwar allemal durch Coincidenzen, deren an jeder Uhr in der Regel mehrere auf einander folgende beobachtet wurden. Die Coincidenz-Beobachtungen wurden in Altona vom Herrn Dr. *Petersen*, in Schwerin von mir gemacht. Es darf hierbei nicht unerwähnt bleiben, dass beim Chronometer *Kessels* 1252, welches 13 Schläge in 6 Secunden macht, die scharfe Auffassung der Coincidenzen für mich, besonders bei den ersten Vergleichen, mit Schwierigkeiten verbunden war. Es wurden daher die Vergleichen dieses Chronometers zwar thunlichst oft von mir wiederholt, allein es wird dadurch die Sicherheit, die bei der Vergleichung der andern Uhren stattfand, dennoch nicht ganz erreicht sein.

3.

Zu den Zeitbestimmungen sind in Altona nur Fundamentalsterne benutzt, in Schwerin wurden ausser diesen, wegen

des dort angewandten kleinen Instrumentes und wegen der durch dasselbe bedingten engeren Grenzen der zum Beobachten günstigen Zeit, — noch einige andere gut bestimmte Sterne hinzugezogen, nämlich μ Herculis, β Ophiuchi, η Serpentis, α Cassiopejae, β Pegasi, ψ Aquarii und δ Aquarii. Die mittleren Oerter der sechs ersten dieser Sterne sind aus „*Argelander DLX Stellarum fix. posit. mediae etc.*“, der Ort des letzten Sterns aber, der übrigens für den Längenunterschied nur untergeordnete Bedeutung hat, ist aus *Baily's Catalog* für 1850 entnommen. Die scheinbaren Oerter der beobachteten Fundamentalsterne sind, zur Vermeidung von Ungleichförmigkeiten, sämmtlich nach den Angaben des Nautical Almanac angesetzt, nur für die beiden Polarsterne sind die Oerter des Berliner Jahrbuchs benutzt, weil diese mit den Altonaer Beobachtungen besser übereinstimmen, als die des Nautical Almanac.

4.

Die Zeitbestimmungen in Altona sind vom Herrn Dr. *Petersen* am Meridiankreise der Sternwarte gemacht. Das Instrument ist an jedem Tage in seinen Lagern umgelegt, so dass die Lage desselben von einem Tage zum andern abwechselte. Das Azimuth der Axe ist an den einzelnen Tagen so angenommen, wie es aus dem Mittel der Durchgangszeiten von α und δ , oder von α und β Ursae minoris sich ergab. Es folgt hier die vom Herrn Dr. *Petersen* mir mitgetheilte Uebersicht seiner Zeitbestimmungen.

Zeitbestimmungen mit dem Altonaer Meridiankreise.

Siehe Anlage I.

			Uhr- Correction.	Täglicher Gang.	Lage des Instrumentes.	Zahl der beob. Sterne.
Aug.	31	19 ^h 25'	—25 ^h 39		Kreis Ost	5
Sept.	4	17 9	—25,38	—0 ^h 00	Kreis Ost	14
	5	14 48	—25,45	—0,07	Kreis West	11
	6	14 54	—25,55	—0,10	Kreis Ost	16
	7	14 52	—25,66	—0,11	Kreis West	13
	9	16 5	—25,97	—0,15	Kreis Ost	8

5.

Die Zeitbestimmungen in Schwerin sind von mir mit einem kleinen *Ertel'schen* Universal-Instrumente gemacht. Es scheint angemessen, das dabei angewandte Verfahren hier ausführlich darzulegen.

Das Instrument ist im Wesentlichen dasselbe, welches *Struve* in Nr. 292 der A. N. p. 48 u. f. beschreibt. Das Besondere desselben besteht hauptsächlich darin, dass das Fern-

rohr sich an einem Ende der Horizontalaxe befindet, und dass eben deshalb die Wasserwaage bei allen Zenithdistanzen des Fernrohrs auf der Horizontalaxe stehen bleiben kann. Das Instrument auf einem sicheren hölzernen Pfeiler aufgestellt, ward zu den Zeitbestimmungen als Passageninstrument gebraucht, und zwar meistens nicht im Meridian selbst, sondern in der Nähe desselben, nach der Methode *Bessel's*, die in Nr. 131 und 132 der A. N. auseinandergesetzt ist.

Die Construction des Instrumentes erlaubte es nicht, die Ungleichheit der Zapfen der Horizontalaxe durch Umlegen der letzteren mit genügender Sicherheit zu ermitteln; überdies würde eine solche Ermittlung nicht dem Zwecke entsprechend gewesen sein, ohne eine anderweitige Bestimmung der Biegung der Horizontalaxe, die bei einem Instrumente, welches das Fernrohr am Ende der Axe trägt, nicht vernachlässigt werden darf. Unter diesen Umständen musste ein Verfahren angewandt werden, welches gestattete, auch ohne Umlegung der Axe, sowohl die Ungleichheit der Zapfen als die Wirkung der Biegung der Axe aus den Resultaten zu eliminiren.

Zur Erreichung dieses Zwecks wurden die Sterndurchgänge in beiden Lagen der Axe nicht bloß direct, sondern zum Theil auch reflectirt im angequickten Quecksilberhorizont beobachtet.*) Auf diese Weise angeordnet liefern die Beobachtungen an jedem einzelnen Tage nicht nur eine, von den Fehlern des Instrumentes unabhängige Bestimmung der Zeit und des Azimuths der Axe, sondern sie gestatten auch eine selbstständige und hinreichend scharfe Ermittlung des Collimationsfehlers der optischen Axe und des Fehlers in der Ablesung der Libelle. Es darf hierbei nicht unbemerkt bleiben, dass nach der Construction des Instrumentes bei dem Uebergange von einer Lage der Horizontalaxe in die entgegengesetzte nicht mit Sicherheit auf ein unverändertes Azimuth dieser Axe gerechnet werden kann, dass mithin für jede Lage der Axe das Azimuth derselben besonders bestimmt werden musste. Mit Rücksicht auf diesen Umstand ist das Azimuth der Axe absichtlich immer so stark geändert, dass die Beobachtungen des Polarsterns auf die Durchgänge durch die beiden, den Mittelfaden bildenden Parallelfäden und deren Mittel beschränkt werden konnten.

Es waren hiernach aus den Beobachtungen jedes einzelnen Tages die Werthe von mindestens fünf Grössen abzuleiten. Freilich beeinträchtigt ein solches Verfahren die Genauigkeit der Zeitbestimmungen, so weit diese von zufälligen Fehlern abhängt, dieser Nachtheil wird aber gewiss dadurch vollständig wieder aufgehoben, dass die Bestimmun-

gen von constanten Fehlern mehr als bei einem anderen Verfahren frei bleiben.

Die Bedingungsgleichungen, deren eine jeder beobachtete Sterndurchgang für vier der zu bestimmenden Grössen liefert, sind nach den von *Bessel* a. a. O. gegebenen Formeln und mit Rücksicht auf die tägliche Aberration gebildet; die Auflösung derselben geschah in der Weise, dass von Näherungswerthen der Unbekannten ausgegangen, und sodann, nach der Methode der kleinsten Quadrate, für jeden Näherungswerth dessen Verbesserung bestimmt wurde. Den Bedingungsgleichungen des Polarsterns ist hierbei ein geringeres Gewicht gegeben, als denen der übrigen Sterne. Es ist jederzeit dem Quadrate der Geschwindigkeit, mit welcher der Stern sich in senkrechter Richtung gegen die Fäden bewegte, gleichgesetzt, die Geschwindigkeit eines Sterns im Aequator als Einheit angenommen. Die Gleichungen der übrigen vom Pole entfernteren Sterne haben dagegen alle, ohne Rücksicht auf die Declination das Gewicht 1 erhalten, insofern die Sterne an 3, oder mehr als 3 Fäden beobachtet waren. Für zwei Sterne, die respective nur an 1 und 2 Fäden beobachtet sind, ist das Gewicht 0,5 und 0,7 gesetzt. Offenbar ist das den Durchgängen des Polaris beigelegte Gewicht zu geringe, da es die untere Gränze der Werthe bildet, welche dies Gewicht möglicherweise haben kann. Um diese Uorichtigkeit einigermaassen auszugleichen, ist jedem einzelnen Fadenauftritt des Sterns das genannte Gewicht gegeben.

Vollständige Zeitbestimmungen der angegebenen Art sind an 4 Tagen, nämlich Sept. 5, 6, 7, 11 gelungen; am 4^{ten} September, dem ersten Tage der Reisen, und am 2^{ten} September, konnten die Beobachtungen nur in einer Lage des Instrumentes und nur direct angestellt werden. Es folgen hier die beobachteten, mit Rücksicht auf die näherungsweise bekannten Azimuthe der Horizontalaxen auf den Mittelfaden reducirten, übrigens aber uncorrigirten Uhrzeiten der einzelnen Sterndurchgänge mit den Ablesungen der Libelle. Die Durchgangszeiten des Polaris, der nur am Mittelfaden und an den, diesen Faden bildenden beiden, 61,37 Bogensekunden von einander entfernten, Parallelfäden beobachtet worden ist, sind unreducirt hieher gesetzt, und nur mit (*v*) oder (*n*) bezeichnet, je nachdem am vorhergehenden oder am nachfolgenden Faden beobachtet wurde. Neben den einzelnen Beobachtungen sind die Fehler derselben aufgeführt, so wie sich dieselben aus den, am Schluss zusammengestellten Resultaten der Berechnung ergaben.

*) Der angewandte Quecksilberhorizont ist von der Construction, deren der Herr Professor *Encke* in Nr. 695 der A.N. erwähnt. Die geringe Höhe des Quecksilbers bei Horizonten dieser Art gestattet es, den Horizont auch im Freien, fast immer ohne Bedachung zu gebrauchen. Bei den hier in Rede stehenden Beobachtungen war niemals eine Bedachung erforderlich.

	Azimuth der Axe. *	Lage der Axe.	Beob. Sterne.	Uhrzeiten des Durchganges.	Ablesung der Libelle in Zeit, Kreis Ende +	Fehler der Beob. in Zeit.	Anmerkungen.
1848 Sept. 2	I.	Kreis West	β Pegasi, direct	23 ^h 2' 57 ^m 861	—0 ^m 839	—0 ^m 044	
			ψ Aquarii „	23 14 26,678	—0,782	+0,165	
			δ — „	23 21 29,329	—0,726	—0,262	1 Faden
Sept. 4	II.	Kreis West	Polaris „ (v)	0 8 28,508	—0,702	+0,096	
			— „	0 9 43,214	—0,690		
			— „ (n)	0 11 7,950	—0,702		
			γ Pegasi „	0 13 53,227	—0,667	—0,085	2 Fäden
			α Cassiop. „	0 30 10,593	—0,710	+0,079	3 Fäden
Sept. 5	III.	Kreis West	Polaris „	17 3 35,595	—0,173	—4,2	
			β Draconis „	17 33 53,393	—0,161	—0,064	
			α Ophiuchi „	17 40 8,758	—0,138	+0,060	
	IV.	Kreis Ost	Polaris „	17 44 55,454	—0,690	—0,4	
			β Ophiuchi „	17 49 36,195	—0,598	+0,007	
			γ Draconis „	18 0 13,568	—0,655	—0,036	
	V.	Kreis Ost	Polaris, reflectirt (v)	18 20 14,304	—0,644	—1,9	
			Polaris, direct	18 28 7,110	—0,518	+1,4	
			α Lyrae „	18 41 40,446	—0,495	+0,037	
Sept. 6	VI.	Kreis West	Polaris „	17 22 24,936	—0,494	— 1,8	
			β Draconis „	17 33 56,514	—0,414	— 0,012	
			α Ophiuchi „	17 40 28,210	—0,403	+ 0,022	
	VII.	Kreis Ost	Polaris „	17 46 41,460	—0,506	+ 3,5	
			β Ophiuchi „	17 49 38,858	—0,483	+ 0,024	
			μ Herculis „	17 51 43,406	—0,517	— 0,143	1 Faden
			γ Draconis „	18 0 15,093	—0,609	+ 0,099	
	VIII.	Kreis Ost	Polaris reflect. (v)	18 10 30,410	—0,713	—15,6	
			— direct (v)	18 12 40,770	—0,690	—15,8	
			— reflect.	18 15 21,215	—0,828	+12,1	
			— direct	18 17 54,638	—0,851	— 6,0	
			η Serpentis „	18 28 14,328	—0,575	+ 0,246	
			α Lyrae „	18 41 47,999	—0,839	— 0,268	
Sept. 7	IX	Kreis West	Polaris „	17 21 18,423	—0,609	— 1,0	
			α Ophiuchi „	17 40 28,225	—0,529	+ 0,012	
	X.	Kreis Ost	Polaris „	17 46 49,646	—0,345	— 4,5	
			β Ophiuchi „	17 49 40,307	—0,402	+ 0,091	
			γ Draconis „	18 0 16,413	—0,443	— 0,052	
	XI.	Kreis West	Polaris reflect. (v)	18 10 28,558	—0,931	— 7,2	
			— direct	18 12 51,954	—0,909	+ 2,5	
			— reflect.	18 15 6,325	—0,897	+ 4,2	
			— direct (n)	18 17 34,734	—0,908	+ 5,5	
			η Serpentis „	18 28 14,038	—0,966	— 0,040	
			α Lyrae „	18 41 40,880	—0,897	+ 0,040	
Sept. 11	XII.	Kreis West	Polaris „	17 42 30,842	—0,425	— 5,7	
			β Ophiuchi „	17 49 41,565	—0,460	+ 0,052	
			γ Draconis „	18 0 20,815	—0,282	— 0,034	
	XIII.	Kreis Ost	Polaris reflect.	18 11 29,646	—1,127	+ 4,7	
			— direct.	18 15 2,736	—1,219	—21,6 *)	
			η Serpentis „	18 28 17,117	—1,150	+ 0,157	
			α Lyrae „	18 41 42,699	—1,138	— 0,173	

*) Die grossen Fehler, die beim Polarstern vorkommen, dürfen nicht Wunder nehmen, da der Stern mehrfach sehr nahe um die Zeit seiner grössten östlichen Digression beobachtet ist.

Resultate der Berechnung.

1848 Septbr.	Uhrzeit.	Correction d. Uhr auf Sternzeit	Gew. der Zeitbestim.	Correction der Ablesung der Libelle (Zeit).	Collimations- fehler d. opti- schen Axe (Zeit).	Azimuthe des Kreis-Endes der Horizontalaxe.			
2	23 ^h 14'	—6' 30"6				I.	89° 59' 13"62		
4	24 20	6 33,55				II.	90 42 30,39		
5	17 50	6 35,151	3,2844	—0"008	+0"293	III.	92 6 7,89;	IV.	272° 18' 45"89;
6	17 50	6 36,684	3,5688	+0,076	+0,057	VI.	92 12 40,69;	VII.	272 19 25,20;
7	18 0	6 37,681	2,6466	+0,288	—0,043	IX.	92 12 18,71;	X.	272 19 33,37;
11	18 10	—6 41,986	1,9722	+0,050	+0,134	XII.	92 18 28,40;	XIII.	272 25 29,44;
Mittel				+0"101	+0"110				

Der Collimationsfehler der optischen Axe ist positiv zu nehmen, wenn bei westlicher Lage des Kreises die optische Axe nach Osten hin abweicht. Mit den Mittelwerthen für die Fehler der Libelle und der optischen Axe sind die Beobachtungen vom 2^{ten} und 4^{ten} September berechnet.

Bildet man für die Tage, an denen vollständige Zeitbestimmungen gelangen, die Summen der Σ der Quadrate der, den Sterndurchgängen beigeetzten Fehler, multiplicirt in die Gewichte, so geben die einzelnen Tage dafür folgende Werthe:

Sept. 5		$\Sigma = 0,014380$
6		$= 0,205044$
7		$= 0,022593$
11		$= 0,088859$
Summe		$= 0,330876$

Es sind an diesen vier Tagen 40 Sterndurchgänge beobachtet und daraus 23 verschiedene Grössen bestimmt. Da nun dem Durchgange jedes Sterns — mit Ausnahme des Polarsterns — das Gewicht 1 beigelegt ist, so erhält man für den mittleren Fehler eines solchen Sterndurchganges den genäherten Werth:

$$\sqrt{\frac{0,330876}{40-23}} = \sqrt{0,0194633} = \pm 0"139$$

und damit für die Zeitbestimmungen selbst, nach Maassgabe der für sie gefundenen Gewichte, näherungsweise die mittleren Fehler:

Sept. 5		$\pm 0"077$
6		$\pm 0,074$
7		$\pm 0,086$
11		$\pm 0,099$

Den mittleren Fehler der Zeitbestimmung vom 4^{ten} Septbr. muss man hiernach mindestens $= \pm 0"12$ setzen; der Bestimmung vom 2^{ten} September aber — welche übrigens auf die Längendifferenz fast ohne Einfluss ist — würde ein mittlerer Fehler von etwa $\pm 0"3$ zukommen.

Siehe Anlage II.

Bei den nicht uuerheblichen Schwankungen, die nach dem Ergebniss der Zeitbestimmungen im Gange der Schweriner Pendeluhr stattfanden, wären öftere Zeitbestimmungen

allerdings wünschenswerth gewesen. Es war hierauf auch im Voraus Bedacht genommen; da aber der Polarstern bei Tage nicht anders als einige Zeit vor Sonnenuntergang gesehen werden konnte, so beschränkte ich mich darauf, die Durchgänge der Sterne α Tauri, β Orionis, β Tauri und α Bootis durch den Vertikal einer Thurmspitze des hiesigen grossherzoglichen Schlosses zu beobachten, mit der Absicht, das schon ziemlich scharf bekannte Azimuth der Thurmspitze nachträglich genauer festzulegen. Die Benutzung dieser Beobachtungen ist indessen durch den schon seit mehreren Jahren im Werk begriffenen Umbau des Schlosses vereitelt. Es waren ganz in der Nähe des genannten Thurms während des Sommers 1848 Pilotirungen vorgenommen, die ohne Zweifel ein geringes Ausweichen der Fundamente zur Folge gehabt hatten, denn es fand sich, nach den später vorgenommenen Rechnungen, dass das Azimuth der Thurmspitze bis zum September um nahe 45 Bogensecunden, und demnächst bis zum December noch um etwa 13 Bogensecunden westlicher geworden war.

6.

Aus den, in den beiden vorhergehenden Artikeln aufgeführten Correctionen der Pendeluhr zu Altona und Schwerin sind die Stände der Chronometer gegen mittlere Altonaer und Schweriner Zeit für die Momente ihrer Vergleichung allemal durch einfache Interpolation zwischen der nächstvorhergehenden und der nächstfolgenden Zeitbestimmung abgeleitet. Die so erhaltenen Chronometerstände sind im Nachfolgenden mit den sich daraus ergebenden Längenunterschieden von Altona und Schwerin und den Gewichten derselben, soweit solche von der Dauer der Reisen abhängen, zusammengestellt. Daneben findet sich das Wesentlichste aus der Berechnung des specifischen Factors jedes Chronometers angegeben. Die specifischen Factoren sind nach der Formelu von Gauss, in der üblich gewordenen Weise hergeleitet, jedoch konnte dabei, vermöge der, bei der Vergleichung der Chronometer befolgten Ordnung, der Gang derselben während des Fahrens getrennt von dem Gange während der Ruhe in Rechnung gebracht werden. Es ist bei jedem Chronometer durch

i' ... der Gang während der Ruhe, und durch
i'' ... der Gang während des Fahrens
 bezeichnet.

Siehe Anlage III.

7.

Eine Zusammenstellung aller einzelnen Resultate der Chronometer mit ihren Gewichten ist zwar bereits in der vorläufigen Mittheilung — Nr. 701 der A. N. gegeben; da indessen dort die specifischen Factoren zweier Chronometer versehentlich nicht ganz richtig berechnet sind, so mag die jetzt berichtigte Zusammenstellung hier nochmals wieder aufgeführt werden. Das Endresultat hat durch jene Berichtigung keine Aenderung erfahren, nur die Tagesmittel werden um ganz unerhebliche Grössen geändert.

Siehe Anlage IV.

8.

Es ist am a. O. ebenfalls schon bemerkt, dass der in der vorstehenden Zusammenstellung als das Endresultat aufgeführte Längenunterschied nicht als der wahrscheinlichste angesehen werden dürfe. Die Fehler in den Zeitbestimmungen und im Gange der Pendeluhr sind zwar bei der Berechnung der specifischen Factoren der Chronometer in diese mit übergegangen, allein da diese Fehler an jedem einzelnen Tage die Resultate aller Chronometer in einem und demselben Sinne unrichtig machen, so kann sowohl das oben berechnete Endresultat als sein Gewicht nur richtig sein, wenn die Fehler der Chronometer im Vergleich zu denen im Stande der Pendeluhr als überwiegend gross erscheinen. Dies ist nun hier keineswegs der Fall, wie sich schon aus den, im Artikel 5 abgeleiteten Fehlern der Schweriner Zeitbestimmungen ersehen lässt, noch mehr aber überzeugt man sich davon, wenn man die Unterschiede des für die Längendifferenz gefundenen Endresultats von den Resultaten der einzelnen Tage oder Reisen bildet. Diese Unterschiede werden der Reihe nach:

+0''132, +0''207, -0''043, -0''116, +0''042, -0''268
 Die Quadrate derselben multiplicirt in die Gewichte der Tagesmittel geben die Summe 39,125; die mittlere Grösse eines Unterschiedes, welcher der Gewichtseinheit entspricht, wird mithin $= \sqrt{\frac{39,125}{6-1}}$ oder $= \pm 2''80$, also fast dreimal so gross als man hätte erwarten sollen.

Könnte man die Fehler im Stande der Pendeluhr von denen trennen, welche aus den zufälligen Schwankungen im Gange der Chronometer herrühren, und beide ihrer Grösse nach bestimmen, so würde es keine Schwierigkeit haben, den wahrscheinlichsten Werth der Längendifferenz aus den Beobachtungen abzuleiten. Man würde dann die Tagesmittel

allein mit Rücksicht auf die zufälligen Fehler der Chronometer, und aus den Tagesmitteln wiederum das endliche Resultat, dieses aber mit Rücksicht sowohl auf die Fehler der Chronometer als auf die Fehler im Stande der Pendeluhr zu berechnen haben. Strenge lässt sich natürlich ein solches Verfahren nicht durchführen, da es sich aber hier überhaupt nur um sehr geringfügige Grössen handelt, so wird man sich mit einer ziemlich rohen Näherung begnügen können.

Die Fehler in den Altonaer Uhrständen erscheinen so geringe, dass man sie füglich ganz vernachlässigen darf. Die Fehler im Stande der Schweriner Pendeluhr, so weit sie aus Schwankungen im Gange der Uhr herrühren, lassen sich nicht wohl ermitteln und müssen aus diesem Grunde ebenfalls unberücksichtigt bleiben; dagegen sind die Fehler der Schweriner Zeitbestimmungen näherungsweise bekannt, diese werden also hier nur allein in Betracht zu ziehen sein.

Nimmt man demnach an jedem einzelnen Tage den Fehler der Zeitbestimmung, so wie er oben zu Ende des Art. 5 gefunden ist, für den Fehler im Stande der Schweriner Pendeluhr zur Zeit der Vergleichung der Chronometer an, so darf man behaupten, dass das Quadrat dieses Fehlers in das bei der Berechnung des specifischen Factors jedes Chronometers gebildete *S* im Allgemeinen täglich zweimal übergegangen ist, und zwar in eben dem Maasse vergrössert, als die zwischen zwei, auf einanderfolgenden Uhrvergleichen zu Altona und Schwerin verflossene Zeit kleiner ist als ein Tag. Befreit man, nach Maassgabe des eben Gesagten, alle *S* von dem Einflusse der Fehler in den Schweriner Zeitbestimmungen, so werden dadurch die *S*, und die davon abhängenden specifischen Factoren der Chronometer, wenigstens näherungsweise auf ihren wahren Werth, d. h. auf den Werth, der allein von den zufälligen Fehlern der Chronometer abhängt, zurückgeführt.

Auf diese Weise erhält z. B. das für *Kessels* 1316 zu 0,2160 berechnete *S* die Correction -0,1322, das verbesserte *S* wird = 0,0839 und der specifische Factor = 119,189. Die so verbesserten specifischen Factoren für die einzelnen Chronometer sind hier mit den unverbesserten zusammengestellt.

		Specifische Factoren	
		nach der ersten Rechnung.	nach der Verbesserung.
<i>Kessels</i>	1316	46,296	119,189
<i>Krille</i>	110	16,242	23,538
<i>Kessels</i>	1252	13,357	17,681
<i>Breguet</i>	4052	12,517	16,395
<i>Kessels</i>	1260	11,823	15,300
<i>Krille</i>	61	10,723	13,836

	nach der ersten Rechnung.	nach der Verbesserung.
<i>Arnold</i> 1755	7,625	8,917
<i>Dent</i> 2033	3,809	4,059
<i>Earnshaw</i> 464	1,797	1,861

Berechnet man mit Rücksicht auf die verbesserten specifischen Factoren die Tagesmittel, so erhält man:

	Längenunterschied.	Gewicht.
Sept. 3.4	5' 55"000	34
4	55,076	681
5	54,829	1582
6	54,750	1535
7	54,900	1439
7.10	54,606	30
Summe		5301

wo die Gewichte sich allein auf die zufälligen Fehler der Chronometer beziehen. Die Gewichte der Zeithestimmungen aber sind, nach Maassgabe der in Art. 5 berechneten mittleren Fehler, für die einzelnen Tage der Reihe nach folgende:

69,4; 69,4; 168,6; 182,5; 135,1; 116,3.

Die Gewichte, welche den Tagesmitteln entsprechen, wenn man sowohl die Fehler der Chronometer, als die der Zeitbe-

stimmungen berücksichtigt, werden daher der Reihe nach:

22,8; 62,9; 152,3; 163,1; 123,5; 23,8

und die unter Anwendung dieser letzten Gewichte aus den Tagesmitteln berechnete Längendifferenz wird

5' 54"847 mit dem Gewicht 548,

welches Resultat als das wahrscheinlichste angesehen werden mag.

Die Quadrate der Unterschiede diese Zahl von den Tagesmitteln, multiplicirt in die Gewichte geben die Zahl

7,1814;

daraus folgt die mittlere Grösse eines Fehlers, welcher der Gewichtseinheit entspricht $= \pm 1''198$.

Da diese Zahl nur wenig von $\pm 1''$ verschieden ist, so dient sie zur Rechtfertigung des, bei der Herleitung des Resultats befolgten Verfahrens. — Der mittlere Fehler des, für den Längenunterschied selbst gefundenen wahrscheinlichsten Werthes würde

$$= \frac{1''198}{\sqrt{548}} \text{ oder } = \pm 0''051$$

sein; indessen muss derselbe aus anderen Gründen noch etwas grösser angenommen werden.

(Beschluss folgt).

Entdeckung eines Cometen.

Am 5^{ten} September ward auf der Senftenberger Sternwarte um 10½ Uhr von Herrn *Brorsen* ein ziemlich heller, aber an den Rändern verwaschener, telescopischer Comet ohne erkennbaren Kern entdeckt, und bald darauf, wie folgt, beobachtet.

	M. Zt. Senftenb.	AR. ☞	Decl. ☞
Sept. 5	11 ^h 49 ^m 26 ^s	74° 4' 46"4	+57°3' 2"2

Beobachtungen auf der Altonaer Sternwarte des von Herrn *Brorsen* 1850 Sept. 5 auf der Senftenberger Sternwarte entdeckten Cometen.

1850.	Alt. Sternzt.	Beob. AR. ☞	Vgl.-St.	Beob. Decl. ☞	Vgl.-Stern	Bemerkungen.
Sept. 9	19 ^h 55 ^m 18 ^s .5	5 ^h 57 ^m 31 ^s .20	<i>a, b</i>	+53°44' 42"4	<i>a</i>	Die Luft war ziemlich dunstig und deshalb der Comet nur schwach und verwaschen, ohne deutlichen Kern. Nach der letzten Vergleichung verschwand er gänzlich.
	20 28 50,0	57 53,06	<i>a</i>	43 0,2	<i>a</i>	
	20 39 23,2	58 0,66	<i>a</i>	42 30,4	<i>a</i>	
	20 48 38,5	58 3,49	<i>a, b</i>	42 23,2	<i>a</i>	
	20 56 44,5	58 10,93	<i>a, b</i>	41 54,6	<i>a</i>	
Sept. 10	22 14 30,8	6 14 47,95	<i>c, d</i>	+52 19 27,1	<i>c</i>	Die Luft schlecht. Nach der letzten Vergleichung trat der Comet hinter Bäume, und etwas später bezog der Himmel gänzlich.
	22 22 23,2	14 52,35	<i>c</i>	18 42,3	<i>c</i>	