

### Bericht über einige Versuche zur Prüfung verschiedener Methoden bei electro-telegraphischen Längenbestimmungen, von Herrn Dr. *Dippe*.

Von Herrn Professor *Peters* und Herrn Ministerial-Secretair *Paschen* wird die Bestimmung des Längenunterschiedes von Altona und Schwerin mit Hilfe des electricischen Telegraphen beabsichtigt. Einige in Bezug auf das zu wählende Verfahren wünschenswerth erscheinende Vorversuche sind von Herrn *Paschen* und mir in Gemeinschaft mit dem Herrn Telegraphen-Secretair *Schröder* auf dem hiesigen Telegraphen-Bureau ausgeführt worden, in welchem uns zu diesem Zwecke durch die Güte des Telegraphen-Directors, Herrn Ministerialrath Dr. *Meyer*, ein eigenes Zimmer nebst allen erforderlichen Apparaten auf längere Zeit zur Disposition gestellt worden war.

Gegenstand der Untersuchung waren vier verschiedene Methoden:

- 1) das Verfahren von *Wichmann* (vgl. № 1071 der A.N.)
- 2) das Verfahren von *Thalén* (La longitude terrestre déterminée au moyen de signaux galvaniques par Dr. T. R. *Thalén*, Upsala 1856);
- 3) eine von mir vorgeschlagene Modification des *Thalén'schen* Verfahrens;
- 4) ein von Herrn *Schröder* vorgeschlagenes Verfahren.

Bei den drei ersten Methoden wurden die gewöhnlichen *Morse'schen* Apparate von *Siemens* und *Halske* benutzt; das von Herrn *Schröder* angegebene Verfahren setzt die Benutzung der sogenannten Doppelsprecher von einer Einrichtung, wie die von *Siemens* und *Halske* construirten haben, voraus. Die angewandten Batterien waren *Daniell'sche*. Die Einschaltung der Uhren geschah bei allen Versuchen auf dieselbe Art. Ich lasse daher zunächst das hierauf Bezügliche folgen.

Es wurden zwei grosse Schwarzwälder Uhren benutzt, deren Pendel, mit Bleilinsen von  $2\frac{1}{4}$  ℥ Gewicht versehen, eine Schwingungsdauer hatten, die nicht viel von einer Secunde verschieden war. Das eine Pendel machte in  $2' 57''$  mittlerer Zeit nahe 188, das andere 189 Schwingungen.

Bei jeder Uhr war der Theil derselben, an welchem das Pendel aufgehängt ist, mit der Leitung verbunden, das Quecksilber aber, in welches eine unten an die Pendelstange vertical angeschraubte feine Spitze von Messing bei jeder Pendelschwingung eintauchte, war mit der Linienbatterie in

Verbindung gebracht. Als Gefäss für das Quecksilber diente ein Brettchen, welches mit einer kleinen konischen Vertiefung versehen war; in diese wurde so viel Quecksilber eingegossen, dass dessen Kuppe die Oberfläche des Bretts überragte. Der horizontale Durchmesser der Kuppe musste etwa 2 Linien betragen, wenn bei jedem Durchgange des Pendels durch dieselbe eine regelmässige Anziehung der Anker der Relais und der Schreibapparate erfolgen sollte. Dieser ziemlich grosse Durchmesser war bedingt durch den sehr beträchtlichen Schwingungsbogen der Pendel, der nahe 6" betrug; bei kleineren Schwingungsbogen konnte der Durchmesser der Kuppe geringer sein.

Die Kuppe verflacht sich allmählig, wenn sich Oxyd auf ihrer Oberfläche bildet; sie muss daher öfter gereinigt und dabei thunlichst in gleicher Höhe erhalten werden. Da das letztere schwer zu erreichen ist, empfiehlt es sich, die eintauchende Spitze sehr fein zu machen, damit sie überhaupt nur geringen Widerstand erleidet. Uebrigens scheint eine geringe Verschiedenheit in der Höhe der Kuppe den Gang der Uhr nicht merklich zu afficiren. Herr *Paschen* liess versuchsweise bei einer andern guten Pendeluhr, deren Pendelstange am untern Ende 4 Linien stark ist, die Spitze, deren Projection einen Winkel von etwa 80° bildet, viel tiefer als es zum Schliessen der Kette nöthig ist, in die Quecksilberkuppe eintauchen. Die Uhr ging auf diese Weise 14 Stunden lang, während welcher Zeit die Kuppe ihre Höhe sehr merklich änderte. Der Gang der Uhr, so wie er sich gegen den des Chronometers *Krille* 1322 bei 8 Vergleichen beider Uhren durch Coincidenzen ergab, war folgender:

	Zeit der Coincidenz <i>Krille</i>	Stündlicher relativer Gang der Pendeluhr
1857 April 12	20 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup> 10 <sup>s</sup> 5	+0 <sup>m</sup> 47
	21 39 8,5	+0,56
	22 59 52	+0,49
	23 57 30	+0,43
April 13	0 57 58,5	+0,44
	2 33 35,5	+0,44
	6 45 8	+0,41
	11 43 40	+0,41

Der relative stündliche Gang der Pendeluhr gegen *Krille*, wenn das Pendel nicht in Quecksilber eintauchte, betrug nahe +0<sup>m</sup> 16. jedoch muss bemerkt werden, dass das 4 ℥

betragende Gewicht der Uhr während des Versuchs um 2  $\mathcal{H}$  vermehrt worden war.

Ein Versuch, die Quecksilberkuppe dadurch auf constanter Höhe zu erhalten, dass man sie durch eine communicirende Röhre mit dem Quecksilber in einem sehr weiten Gefäss verband, schlug gänzlich fehl. Aus der engen Röhre, über deren Oeffnung sich die Kuppe befand, wurde das Quecksilber durch das Spiel des Pendels sehr bald hervor gehoben, so dass es eine fortwährend an Umfang zunehmende Fläche bildete.

Die Anordnung der Versuche zur Prüfung des *Wichmann'schen* Verfahrens ergibt sich aus Fig. 1. Es bedeutet *B* die Leitungsbatterie auf Station I; der Strom derselben geht zu dem Gefäss *t* mit Quecksilber, durch das Pendel *p*, von da theils durch einen das Relais *R* auf Station I und andere Widerstände enthaltenden Nebenzweig, theils durch die nach Station II führende Leitung *L*, und dort durch den Nebenzweig mit dem Relais *R'* und anderen Widerständen zur Erde; im Falle der Coincidenz auch durch das Pendel *p'* und die Batterie *B'*.

Das Relais jeder Station, oder der mit demselben in der üblichen Weise verbundene Schreibmagnet, soll die Schwingungen des Stationspendels und die Schwingungen des entfernten Pendels anzeigen; eben so kann jede andere willkürliche Schliessung der Kette, die auf einer Station bewirkt ist, durch das Relais auf jeder Station angezeigt werden.

Auf diese Anordnung beziehen sich die in meinem Aufsatze in *N* 1096 der A. N. enthaltenen Formeln 1 bis 6 und 11 bis 16, sowie die daselbst mitgetheilten Tafeln.

Die von *Thalén* angegebene Anordnung ergibt sich aus Fig. 2. Der Nebenzweig wird hier auf der andern Seite zur Batterie *B* geführt und enthält ausser etwaigen andern Widerständen eine derselben entgegenwirkende Batterie *B*; der Hauptzweig enthält zwischen *t* und *P* das Relais *M*. Hier soll das Relais *R* nur die Schwingungen des Pendels *p*, sowie *R'* nur die von *p'* anzeigen; die Relais *M* und *M'* sollen nur bei den Coincidenzen erregt werden. Ausserdem kann das Relais im Nebenzweige einer Station durch Niederdrücken eines Tasters auf dieser Station beliebig oft erregt werden.

Da der Erfolg von den electromotorischen Kräften und den Leitungswiderständen der hinzugefügten Batterien *B* und *B'*, mithin von einer grösseren Anzahl solcher Elemente abhängig ist, die während der Dauer der Versuche veränderlich sind und da die Benutzung von Stromdifferenzen für die vorliegende Aufgabe auch zu andern Bedenken Veranlassung giebt: so habe ich geglaubt, dass die Weglassung der Batterien *B* und *B'* eine wesentliche Verbesserung des

*Thalén'schen* Verfahrens sein würde. Dies führte zu der Anordnung nach Fig. 3, die sich von der *Wichmann'schen* Anordnung in Fig. 1 nur durch die Hinzufügung des Relais *M* im Batteriezweige unterscheidet. Auf diese Anordnung beziehen sich ausser den bereits angeführten Formeln des Aufsatzes in *N* 1096 der A. N. noch speciell die Formeln 7 bis 10. — Der Zweck der Anordnung ist genau derselbe, wie bei dem *Thalén'schen* Verfahren.

Beide Anordnungen stimmen aber auch darin überein, dass die gewöhnliche telegraphische Correspondenz durch dieselben ausgeschlossen ist. Von diesem Mangel ist die von Herrn *Schröder* vorgeschlagene Anordnung in Fig. 4 frei.

Nach derselben geht der Strom, wenn das Pendel *p* das Quecksilber in *t* berührt, von der Batterie *B* zur Uhr, zum gewöhnlichen Relais *R*, zum Differentialgalvanoskop *G* des Doppelsprechers, zum Relais *R* des Doppelsprechers; von da geht ein Theil in die von I nach II führende Leitung, ein anderer Theil über einen der Leitung annähernd gleichen Widerstand *W* zur Erde. Der durch die Leitung nach Station II gelangte Theil des Stroms geht durch das Relais *R'* des Doppelsprechers, und von da, wenn keine Coincidenz ist, durch den Widerstand *W'* zur Erde; im Falle der Coincidenz aber dem bei weitem grössten Theile nach durch das gewöhnliche Relais *R'* und die Uhr über die Batterie *B'* zur Erde.

Der Zweck der Anordnung ist: die Uhr von I soll das gewöhnliche Relais *R* auf I erregen, während das Relais *R* des Doppelsprechers schweigt, weil der Strom beide Windungen desselben in entgegengesetzter Richtung durchläuft. Ferner soll das Relais *R'* des Doppelsprechers auf II erregt werden, und *R'* soll schweigen, ausser wenn Coincidenz ist. Das Erstere wird erreicht, indem der Strom beide Windungen in gleicher Richtung durchläuft, das Andere, indem er gar nicht nach *R'* gelangt, ausser wenn Coincidenz ist. Im Falle der Coincidenz durchläuft der von I kommende Strom nur das halbe Relais des Doppelsprechers auf II, und erregt dieses und das gewöhnliche Relais *R'* gleichzeitig, indem er auf dem kurzen Wege durch die Batterie auf II zur Erde geht.

Jedes durch die Uhr oder willkürlich durch einen Taster auf I gegebene Zeichen wird also durch das Relais *R* auf I und das Relais *R'* auf II angezeigt; die Coincidenz dagegen durch die gleichzeitige Erregung von *R* und *R* auf I, sowie von *R'* und *R'* auf II.

Bei allen von uns angestellten Versuchen war es zulässig, die Erdplatten wegzulassen, und die Leitungsbatterien der Stationen I und II zu einer einzigen zusammenzustellen, was auch in der Regel geschehen ist.

Ich wende mich nun zu den Versuchen selbst, die wir in der Zeit vom 14. April bis 27. April d. J. angestellt haben.

### 1. Das Wichmann'sche Verfahren.

Die Widerstände in jedem der Nebenzweige betragen 13 Meilen; der Widerstand in der Leitung ( $L$  in Fig. 1) betrug anfänglich 12 Meilen, und wurde successive von Meile zu Meile abgemindert. Die Versuche gelangen nicht mit allen Schreibapparaten gleich gut. Während der Schreibapparat  $\mathcal{N}$  145 in Verbindung mit dem Relais  $\mathcal{N}$  160 regelmässig thätig war, that der Schreibapparat  $\mathcal{N}$  121 in Verbindung mit dem Relais  $\mathcal{N}$  125 auf der andern Station seinen Dienst nur, wenn der Widerstand in der Hauptleitung auf 5 Meilen abgemindert war. Aber dann klebte wieder der Anker öfter bei den Coincidenzen.

In der Nähe der Coincidenzen fielen für Auge und Ohr die vorher getrennten Schläge des Schreibmagneten in einen einzigen zusammen. Dasselbe war der Fall, wenn die Zeichen auf dem Papierstreifen markirt wurden. Bei mehreren Coincidenzen, die am Schreibapparat mittelst des Ohres beobachtet wurden, variierte diese Zeit zwischen 17 und 21 Schlägen der Pendel. Wenn man als Zeit der Coincidenzen das Mittel der Zeiten nimmt, während welcher nur ein Schlag hörbar war, so wurden nach einer Secundenuhr folgende Zeiten der Coincidenzen beobachtet:

Coincidenzen	Man hat hiernach die Zwischenzeiten					
	Fehler		Fehler			
1 10 <sup>h</sup> 54 <sup>m</sup> 52 <sup>s</sup>	3—1	5 <sup>m</sup> 48 <sup>s</sup>	6	2—1	2 <sup>m</sup> 50 <sup>s</sup>	3
2 57 42	4—2	5 54	0	3—2	2 58	1
3 11 0 40	5—3	—	—	4—3	2 56	1
4 3 36	6—4	5 60	6	5—4	2 60	3
5 — — —	7—5	—	—	6—5	2 60	3
6 9 36	8—6	5 54	0	7—6	2 56	1
7 12 32	9—7	5 52	2	8—7	2 57	0
8 15 29	Mittel	5 <sup>m</sup> 53 <sup>s</sup> 6		9—8	2 55	2
9 18 24		2 56,8		Mittel	2 <sup>m</sup> 56 <sup>s</sup> 7	

### 2. Thalén's Verfahren.

Die Leitungsbatterien bestanden jede aus vier Elementen und waren zu einer Batterie vereinigt. In jedem Nebenzweige war eine Batterie von 4 Elementen und ein Leitungswiderstand von 4 Meilen (das Relais); das zwischen  $B$  und  $t$  eingeschaltete Relais betrug gleichfalls 4 Meilen, die Entfernung beider Stationen ( $L$ ) war 1 Meile. Die eigene Uhr jeder Station wurde gut angezeigt; die Coincidenzen wurden an dem zwischen  $t$  und  $B$  nach Fig. 2 eingeschalteten Relais und damit verbundenen Schreibapparat bemerkbar, aber nicht mit Sicherheit angezeigt. Die von Thalén vorgeschlagene Darstellung der Uhrzeichen und der Coincidenzen auf dem-

selben Papierstreifen neben einander konnten wir nicht beabsichtigen, da die Apparate die dazu nöthige Einrichtung nicht hatten.

### 3. Modification des Thalén'schen Verfahrens.

a) In jedem Seitenzweige war ein Leitungswiderstand von 12 Meilen, die Entfernung der Stationen ( $L$  nach Fig. 3) betrug successive 1, 2, 3, 4, 5 Meilen; gemeinschaftliche Leitungsbatterie von 8 Elementen. Die eigene Uhr jeder Station wurde durch das Relais im Nebenzweige und den zugehörigen Schreibmagneten regelmässig angezeigt, die der entfernten — der Absicht gemäss — nicht; die Coincidenzen wurden durch das Relais im Batteriezweige ( $M$  in Fig. 3) bei 1, 2, 3 und 4 Meilen mit Sicherheit, bei 5 Meilen Entfernung aber nicht mehr angezeigt.

b) Gemeinsame Leitungsbatterie von 24 Elementen, in jedem Nebenzweige 12 Meilen Widerstand; die Entfernung der Stationen nach dem Rheostaten 12 Meilen.

Wenn die Uhren ihren vollen Gang hatten, erfolgte die Angabe der Coincidenzen nicht; dagegen mit Sicherheit, wenn die Schwingungsbogen kleiner waren. Die Relais in den Nebenzweigen waren regelmässig thätig.

Bei 6 Meilen Entfernung erfolgte die Angabe der Coincidenzen beim vollen Gange der Uhren regelmässig; ebenso bei 12 Meilen Entfernung, als die gemeinsame Leitungsbatterie auf 32 Elemente gebracht wurde.

Als statt des einen Schreibapparats ein anderer genommen war, und in der Stellung der Relais deshalb Aenderungen gemacht waren, erfolgte die Angabe der Coincidenzen weniger regelmässig; das Relais im Batteriezweige wurde bisweilen erregt, ohne dass Coincidenz war.

Bei 6 Meilen Entfernung und mit 24 Elementen wurden die Coincidenzen von dem einen Schreibapparate regelmässig, von dem andern unregelmässig angezeigt.

c) Bei einem der zur Prüfung des vierten Verfahrens angestellten Versuche war bemerkt worden, dass der Schreibapparat der einen Station die Coincidenzen merklich später anzeigte, als der Schreibapparat der andern. Es wurde deshalb noch ein Versuch nach dem dritten Verfahren angestellt.

Die vereinigte Leitungsbatterie enthielt 44 Elemente; in jedem Batteriezweige war ein Relais (4 Meilen), in jedem Seitenzweige ein Relais und 22 Meilen Widerstand; die Entfernung der Stationen betrug 8 Meilen. Es zeigte sich, wie bei früheren Versuchen, dass es einige Schwierigkeit machte, die Relais in den Batteriezweigen so zu stellen, dass sie nur in der Nähe der Coincidenzen und während derselben in Thätigkeit kamen. Als dies gelungen war, zeigte sich

eine Verspätung des einen Schreibapparats gegen den andern, in zwei Fällen jedesmal um  $1\frac{1}{2}$  Secunde, indem der eine bei 1 anfang und bei 6 aufhörte, während der andere bei 2 anfang und bei 8 aufhörte.

Statt des Relais im Batteriezweige der einen Station wurde ein anderes eingeschaltet. Derselbe Schreibapparat verspätete sich zwei Mal wiederum um denselben Betrag. Beide fingen gleichzeitig an, die Nähe der Coincidenz anzuzeigen, der eine hörte aber 3 Secunden später auf als der andere.

#### 4. Das von Herrn *Schröder* angegebene Verfahren.

a) Die gemeinsame Leitungsbatterie enthielt 24 Elemente; die Entfernung beider Stationen wurde durch einen Widerstand von 8 Meilen dargestellt.

Der oben angegebene Zweck, auf jeder Station den Gang der eigenen Uhr dieser Station durch das eine Relais, den Gang der fremden Uhr (oder willkürlich auf der entfernten Station gegebene Zeichen) durch das andere Relais angezeigt zu erhalten, wurde vollkommen erreicht. Das Spiel der Apparate war viel sicherer und regelmässiger als bei allen früheren Versuchen. Die Coincidenz beider Relais liess sich mit derselben Schärfe nach dem Ohr beurtheilen, wie die Coincidenz zweier Uhren.

b) Die vorige Anordnung wurde beibehalten; die beiden Relais jeder Station waren aber mit einer Localbatterie und einem Schreibapparate so in Verbindung gebracht, dass die Localbatterie durch die Coincidenz der Relais geschlossen wurde. Hiebei zeigte sich, dass der eine Schreibapparat jedes Mal später anfang, die Coincidenzschläge zu machen und später damit aufhörte als der andere, so dass die Mitte beider um 4 bis 5 Secunden verschieden war, bei einer Zwischenzeit der Coincidenzen von 177 Secunden.

Als Grund dieser Erscheinung konnte nur die ungleiche Trägheit der Apparate angesehen werden.

c) Mit den beiden Relais der Station I nach der Anordnung (a) wurde je ein Schreibapparat verbunden. Diese Schreibapparate gaben, der eine die Uhr von I, der andere die Uhr von II, mit grosser Regelmässigkeit an, und gestattete eine grosse Sicherheit der Beobachtung der Coincidenz ihres Aufschlags.

d) Durch die Coincidenz der beiden Schreibapparate nach der Anordnung (c) wurde die Localbatterie eines drit-

ten Schreibapparats geschlossen. Dieser dritte Schreibapparat machte bei jeder Coincidenz nur einen oder zwei Schläge, diese aber stets um einige Secunden später, als die Coincidenz der beiden ersten Schreibapparate nach dem Gehör wahrgenommen wurde.

e) Die Relais blieben regelmässig thätig, als der Hauptleitung noch 4 Meilen Widerstand hinzugefügt waren.

Mit dem Versuche (c) unter 3. musste am 27. April geschlossen werden, weil die benutzten Apparate zur Ausrüstung zweier Telegraphen-Stationen gebraucht und zuvor wegen etwaiger Reparaturen nach Berlin geschickt werden sollten. Wir würden dieselben sonst noch fortgesetzt haben, um den Grad der Sicherheit, welche bei den verschiedenen Methoden in Folge des ungleichen Einflusses der Trägheit der Apparate erreicht werden kann, vollständiger kennen zu lernen, indem unsere bis dahin angestellten Versuche vorzugsweise nur darauf gerichtet waren, uns über die Leichtigkeit in der Ausführung und die Regelmässigkeit in dem Gange der Apparate zu unterrichten.

In Bezug auf Letzteres übertraf das vierte Verfahren (von Herrn *Schröder*) die übrigen versuchten Methoden; dagegen scheint bei demselben der Einfluss der Trägheit der Apparate grösser zu sein. Die Anwendbarkeit desselben wird dadurch beschränkt, dass die dazu nöthigen Doppelsprecher wohl nur auf verhältnissmässig wenigen Telegraphenstationen sich vorfinden. Das modificirte *Thalén'sche* Verfahren ist ebenfalls leicht auszuführen, und scheint dadurch, dass es gestattet, die Uhrzeichen der eigenen Station und die auf dieser Station beobachteten Sternantritte graphisch zu markiren, während die Coincidenz beider Uhren durch einen besondern Apparat angezeigt wird, Vorzüge vor dem *Wichmann'schen* Verfahren zu besitzen, wo der eine Schreibapparat die Uhrzeichen und die willkürlichen Zeichen beider Stationen würde darstellen müssen.

Dass nach dem ursprünglichen *Thalén'schen* Verfahren nicht mehrere Versuche angestellt sind, wird seine Rechtfertigung darin finden, dass die angegebene Abänderung desselben Alles leistete, was das *Thalén'sche* Verfahren mit den gewöhnlichen *Morse'schen* Apparaten leisten soll und leisten kann, und dass das modificirte Verfahren zugleich durch die Vermeidung der Anwendung von Stromdifferenzen uns sicherer in der Ausführung erschien.

Schwerin, den 19. Juli 1857.

Dr. M. C. Dippe.