Ueber die Benutzung des *Ohm'schen* Gesetzes bei der Anordnung der Versuche zur Bestimmung des Längenunterschiedes zweier Orte mit Hülfe des electricischen Telegraphen, von Herrn Dr. *Dippe*.

Wenn der Längenunterschied zweier Orte mit Hülfe des electricischen Telegraphen nach demjenigen Verfahren bestimmt werden soll, welches nach № 1071 der A. N. für Königsberg und Berlin angewandt worden ist, so wird das Relais jeder Endstation abwechselnd durch ungleich starke electricische Ströme erregt. Eine bedeutende Ungleichheit in diesen Strömen kann aber dem Gelingen der Versuche sehr hinderlich werden, da das beim gewöhnlichen Telegraphiren anwendbare Mittel, das Relais zu stellen, d. h. demselben durch Anspannen oder Nachlassen der dem electromagnetischen Zuge entgegenwirkenden Feder die gerade angemessene Empfindlichkeit zu geben, in diesem Falle unzulässig ist.

Jene Ungleichheit kann nun durch Einschaltung von Leitungswiderständen an den gehörigen Stellen stets auf ein unschädliches Maass herabgedrückt werden, und die Grösse der erforderlichen Widerstände lässt sich durch Versuche in jedem besondern Falle ermitteln. In der Regel wird aber die Zeit, während welcher eine Telegraphenlinie zur Bestimmung von Längenunterschieden zur Verfügung steht, so knapp bemessen sein, dass es zweckmässig erscheint, sich im Voraus über die Grösse der bei einer bestimmten Anordnung zu erwartenden Ungleichheit der electricischen Ströme Rechenschaft zu geben, um die etwa dennoch erforderlichen vorläufigen Versuche thunlichst abzukürzen. Aus diesem Grunde dürfte die folgende Zusammenstellung von Formeln, die aus dem *Ohm'schen* Gesetze leicht herzuleiten sind, hier eine Stelle finden können. Dieselben beruhen auf den Sätzen:

- 1) die Stromstärke einer geschlossenen galvanischen Batterie ist, in jedem totalen Querschnitt der Leitung, proportional dem Quotienten aus der ganzen electromotorischen Kraft dividirt durch den ganzen Leitungswiderstand;
- 2) der Leitungswiderstand einer Verzweigung des Stromleiters in zwei Theile, welche einzeln die Leitungswiderstände a und b darbieten, beträgt $\frac{ab}{a+b}$;
- 3) die Stromstärke ist in jedem dieser Zweige dem Leitungswiderstande des Zweiges umgekehrt proportional;
- 4) der Leitungswiderstand der Erde ist Null.

Es werde zunächst angenommen, dass die Endpunkte, die I u. II heissen mögen, direct, d. h. ohne Einschaltung

einer Zwischenstation, mit einander correspondiren. Dann spaltet sich nach der Anordnung in № 1071 der A. N. auf jeder dieser Stationen die Leitung in zwei Theile, von denen der eine, R , ausser dem sonst etwa absichtlich hinzugefügten Leitungswiderstande, das Relais, der andere, B , die Batterie und das Pendel enthält. Der letztere Theil bildet nur für eine bestimmte Lage des Pendels eine Leitung. Die Batterie und das Relais sind mit der Erde, und das Relais ist, abweichend von dem Verfahren bei der gewöhnlichen Correspondenz, beständig mit der Drahtleitung verbunden. Ferner sei auf II der positive Pol der Batterie zur Erde abgeleitet, wenn auf I der negative Pol der Batterie mit der Erde verbunden ist, oder umgekehrt.

Es bezeichne nun E die electromotorische Kraft der Batterie auf I, r den Leitungswiderstand im Zweige R und b den Widerstand im Zweige B daselbst, wenn das Pendel denselben schliesst; für II seien die entsprechenden Werthe E' , r' , b' ; ferner sei l der Leitungswiderstand in der unverzweigten von I nach II führenden Drahtleitung, und (b) , (r) , (b') , (r') mögen die bei der gewöhnlichen telegraphischen Correspondenz in den Zweigen B und R auf I und II vorhandenen Widerstände bedeuten.

Zur Abkürzung setze man:

$$N = bb'l + bb'r + bb'r' + blr' + b'lr + brr' + b'rr' + lrr';$$

$$N' = bl + br + br' + lr + rr';$$

$$N'' = b'l + b'r + b'r + lr + rr'.$$

Dann ist die Stromstärke in dem Relais auf Station I: wenn das Pendel auf I die Batterie schliesst

$$\frac{E(l+r')}{N'}; \dots\dots\dots (1)$$

wenn das Pendel auf II die Batterie schliesst

$$\frac{E'r'}{N''}; \dots\dots\dots (2)$$

endlich bei der Coincidenz beider Pendel

$$\frac{E(b'l + b'r' + lr') + E'br'}{N}. \dots\dots\dots (3)$$

Ebenso ist die Stromstärke in dem Relais auf Station II: wenn das Pendel auf II die Batterie schliesst

$$\frac{E'(l+r)}{N''}; \dots\dots\dots (4)$$

wenn das Pendel auf I die Batterie schliesst

$$\frac{Er}{N'}; \dots\dots\dots (5)$$

endlich bei der Coincidenz beider Pendel

$$\frac{E'(bl + br + lr) + Eb'r}{N} \dots\dots\dots (6)$$

In dem Zweige B auf Station I ist die Stromstärke:
wenn das Pendel auf I die Batterie schliesst

$$\frac{E(l + r + r')}{N'}; \dots\dots\dots (7)$$

und bei der Coincidenz

$$\frac{EN'' + E'rr'}{N} \dots\dots\dots (8)$$

Für den Zweig B auf Station II findet man, wenn das Pendel auf II die Batterie schliesst

$$\frac{E'(l + r + r')}{N''}; \dots\dots\dots (9)$$

und bei der Coincidenz

$$\frac{E'N' + E'rr'}{N} \dots\dots\dots (10)$$

Die Formeln (7) bis (10) würden einen praktischen Werth für die vorliegende Aufgabe erst dann haben, wenn man auch in den Zweig B jeder Station telegraphische oder galvanometrische Apparate einschalten wollte.

Bei der gewöhnlichen telegraphischen Correspondenz, wo die Nebenschliessung durch den Zweig R auf der die Zeichen gebenden Station wegfällt, und auf der empfangenden Station der Zweig R nur unvermeidliche Leitungswiderstände enthält, ist die Stromstärke: für das Relais auf I

$$\frac{E'}{(b') + l + (r)}; \dots\dots\dots (11)$$

und für das Relais auf II

$$\frac{E}{(b) + l + (r')}. \dots\dots\dots (12)$$

In der Regel wird es zulässig sein, $b = b' = (b) = (b')$ und $r = r'$, $E = E'$ zu setzen, während $(r) = (r')$ von r verschieden ist, indem r die dem Zweige R hinzugefügten Leitungswiderstände mit umfasst. Dann hat man bei den Versuchen zur Bestimmung des Längenunterschiedes von I und II in dem Relais folgende Stromstärken;

wenn das Stationspendel die Batterie schliesst:

$$s' = \frac{E(l + r)}{bl + 2br + lr + rr'}; \dots\dots\dots (13)$$

wenn das entfernte Pendel die Batterie schliesst:

$$s'' = \frac{Er}{bl + 2br + lr + rr'}; \dots\dots\dots (14)$$

endlich bei der Coincidenz:

$$s = \frac{E}{b + r}. \dots\dots\dots (15)$$

Dagegen ist die Stromstärke im Relais bei der gewöhnlichen Correspondenz:

$$\sigma = \frac{E}{b + l + (r)}. \dots\dots\dots (16)$$

Für die Anwendung kommen nur die Verhältnisse

$$\frac{s}{s''} \text{ und } \frac{s''}{\sigma}$$

in Betracht. Von diesen bezeichnet $\frac{s}{s''}$ die grösste Ungleichheit der bei der telegraphischen Längenbestimmung angewandten Ströme, während $\frac{s''}{\sigma}$ den im ungünstigsten Falle zur Wirkung kommenden Theil derjenigen Kraft bedeutet, welche bei der gewöhnlichen telegraphischen Correspondenz benutzt wird.

$$\text{Da } \frac{s}{s''} = 1 + \frac{l}{r} + \frac{1}{1 + \frac{r}{b}} \dots\dots\dots (17)$$

ist, so kann man durch Vergrößerung von r und Verkleinerung von b den Werth von $\frac{s}{s''}$ der Einheit beliebig nahe bringen. Die Verkleinerung von b findet ihre Grenze in dem unvermeidlichen Widerstande der Batterie, des Pendels und der Verbindung dieser Theile mit der Drathleitung und der Erde. Zeigt bei dem für r angenommenen Werthe das Verhältniss $\frac{s''}{\sigma}$ an, dass ein zu geringer Theil der gewöhnlichen Stromstärke auf der entfernten Station zur Wirkung kommen würde, so hat man nur die Batterien angemessen zu verstärken. Die beigelegten Tafeln, deren Argumente auf l als Einheit bezogen sind, geben die Werthe von $\frac{s}{s''}$ und $\frac{s''}{\sigma}$ in einer für die Anwendung wohl ausreichenden Vollständigkeit.

Es werde zweitens angenommen, dass zwischen den Stationen I und II eine Station Z mit einem Uebertragungs-Apparat eingeschaltet sei. In diesem Apparat sei ρ das Relais, durch welches der von I kommende Strom zur Erde geht, β' der Weg, auf welchem die Batterie E' der Station Z ihren Strom in die Leitung nach II sendet; ebenso sei ρ' das Relais, welches den Strom von II leitet, und β der Weg, durch welchen die Batterie E der Station Z mit der Leitung nach I verbunden ist. Da die Schreibmagnete auf Z als Schlüssel dienen, so ist, abweichend von der auf I und II bei den Versuchen zur Längenbestimmung getroffenen Einrichtung, auf Z stets nur entweder ρ oder β mit der Leitung nach I verbunden; ebenso entweder ρ' oder β' mit der Leitung nach II. Wenn nun β , β' , ρ , ρ' die Widerstände, E , E' die electromotorischen Kräfte in den mit denselben Buchstaben bezeichneten Theilen bedeuten, während der Widerstand in der Leitung von I nach Z mit l , von Z nach

II mit l bezeichnet wird, und für die Endpunkte I und II die Zeichen $b, r, E; b', r', E'$ die frühere Bedeutung behalten, so hat man in dem Relais auf I folgende Stromstärken: wenn das Pendel auf I die Batterie schliesst

$$\frac{E(l+\rho)}{b(l+r+\rho)+r(l+\rho)}; \dots\dots\dots(18)$$

wenn das Pendel auf II die Batterie schliesst

$$\frac{E}{\beta+l+r}; \dots\dots\dots(19)$$

und bei der Coincidenz

$$\frac{E(l+\beta)+Eb}{b(l+r+\beta)+r(l+\beta)}; \dots\dots\dots(20)$$

Ferner ist die Stromstärke in dem Relais ρ auf der Uebertragungs-Station, wenn das Pendel auf I die Batterie schliesst

$$\frac{Er}{b(l+r+\rho)+r(l+\rho)}; \dots\dots\dots(21)$$

dagegen bei der gewöhnlichen Correspondenz von I nach Z:

$$\frac{E}{b+l+\rho}; \dots\dots\dots(22)$$

Endlich ist die Stromstärke in dem Zweige, welcher die Batterie auf I enthält, wenn das dortige Pendel die Batterie schliesst:

$$\frac{E(l+r+\rho)}{b(l+r+\rho)+r(l+\rho)}; \dots\dots\dots(23)$$

und bei der Coincidenz:

$$\frac{E(l+r+\beta)+Er}{b(l+r+\beta)+r(l+\beta)}; \dots\dots\dots(24)$$

Die entsprechenden Formeln für Station II erhält man, wenn man in den vorhergehenden überall Accente setzt und I mit II vertauscht.

In der Regel wird es zulässig sein, $E = E, \beta = b$, sowie $E' = E', \beta' = b'$ zu setzen. Dann hat man für das Relais auf I die Stromstärke,

wenn das Pendel auf I die Batterie schliesst

$$s' = \frac{E(l+\rho)}{b(l+r+\rho)+r(l+\rho)}; \dots\dots\dots(25)$$

wenn das Pendel auf II die Batterie schliesst

$$s'' = \frac{E}{b+l+r}; \dots\dots\dots(26)$$

und bei der Coincidenz

$$s = \frac{E(2b+l)}{b(b+l+r)+r(b+l)}; \dots\dots\dots(27)$$

Die Stromstärke σ bei der gewöhnlichen Correspondenz ergibt die Formel (22).

Da $b < \rho \leq r$ anzunehmen ist, so hat man $s > s'$, und zugleich, so lange nicht $r \geq \frac{l(l+\rho)}{b}$ genommen wird, $s' > s''$.

Die Quotienten $\frac{s}{s''}$ und $\frac{s'}{\sigma}$ haben also wiederum dieselbe Bedeutung wie oben, wenn auch einen anderen Werth. Bezeichnet man dieselben in dem jetzigen Falle durch $\left(\frac{s}{s''}\right)$ und $\left(\frac{s'}{\sigma}\right)$, so ist für denselben Werth von l :

$$\left(\frac{s}{s''}\right) < \frac{s}{s''} \text{ und zugleich } \left(\frac{s'}{\sigma}\right) > \frac{s'}{\sigma}.$$

Man kann daher die für $\frac{s}{s''}$ und $\frac{s'}{\sigma}$ berechneten Tafeln auch in diesem Falle zur Orientirung benutzen und, abgesehen von dem in beiden Fällen möglichen störenden Einflusse von Nebenschliessungen in der Leitung in Folge unvollkommener Isolirung, gewiss sein, dass die wirkliche Ungleichheit der Ströme geringer, und die im ungünstigsten Falle disponibel bleibende Kraft grösser ist, als die Zahlen der Tafeln angeben.

Wenn endlich mehrere Zwischenstationen mit Uebertragern eingeschaltet sind, was wegen des schon bei einer Zwischenstation sehr merklichen störenden Einflusses der Trägheit der Apparate nicht leicht vorkommen wird, so hat man die Rechnung zur Bestimmung von $\left(\frac{s}{s''}\right)$ und $\left(\frac{s'}{\sigma}\right)$ immer nur für die Distanz von jeder Endstation nach der nächsten Zwischenstation zu führen.

1. Werthe von $\frac{s}{s''}$ für $l = 1$.

b	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,5	2,0
0,00	11,00	6,00	4,33	3,50	3,00	2,67	2,43	2,25	2,11	2,00	1,67	1,50
0,05	11,33	6,20	4,48	3,61	3,09	2,74	2,50	2,31	2,16	2,05	1,70	1,52
0,10	11,50	6,33	4,58	3,70	3,17	2,81	2,55	2,36	2,21	2,09	1,73	1,55
0,15	11,60	6,43	4,67	3,77	3,23	2,87	2,61	2,41	2,25	2,13	1,76	1,57
0,20	11,67	6,50	4,73	3,83	3,29	2,92	2,65	2,45	2,29	2,17	1,78	1,59

2. Werthe von $\frac{s''}{\sigma}$ für $l = 1$ und $\sigma = 100$.

b	(r)	$r =$											
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,5	2,0
0,00	0,05	95	88	81	75	70	66	62	58	55	53	42	35
	0,10	100	92	85	79	73	69	65	61	58	54	44	37
	0,20		100	92	86	80	75	71	67	63	60	48	40
	0,30			100	93	87	81	76	72	68	65	52	43
	0,40				100	93	88	82	78	74	70	56	47
0,05	0,05	65	71	70	68	65	62	59	56	54	51	42	35
	0,10	68	74	73	71	68	64	61	59	56	53	44	37
	0,20		81	80	77	74	70	67	64	61	58	47	40
	0,30			86	83	79	76	72	69	66	63	51	43
	0,40				89	85	81	77	74	71	67	55	46
0,10	0,05	50	61	63	62	61	58	56	54	52	50	42	35
	0,10	52	63	65	65	63	61	59	56	54	52	43	37
	0,20		68	71	70	68	66	64	61	59	57	47	40
	0,30			76	76	74	71	69	66	63	61	51	43
	0,40				81	79	76	73	71	68	65	54	46
0,15	0,05	41	53	57	58	57	56	54	52	51	49	41	36
	0,10	43	56	60	60	60	58	56	55	53	51	43	37
	0,20		60	64	65	64	63	61	59	57	55	47	40
	0,30			69	70	69	67	65	63	61	59	50	43
	0,40				75	74	72	70	68	65	63	53	46
0,20	0,05	36	48	53	54	54	54	52	51	50	48	41	36
	0,10	37	50	55	57	57	56	54	53	52	50	43	37
	0,20		54	59	61	61	60	59	57	56	54	46	40
	0,30			63	65	65	64	63	61	59	58	49	43
	0,40				70	70	69	67	65	63	62	53	46

Erklärung der Bezeichnungen. Es ist bei der Anordnung nach № 1071 der A. N.:

r ...der ganze Leitungswiderstand in dem Zweige, welcher das Relais enthält,

(r) ...der unvermeidliche Leitungswiderstand in demselben Zweige,

b ...der Leitungswiderstand in dem Zweige, welcher das Pendel und die Batterie enthält, wenn das Pendel die Batterie schliesst.

Dabei ist als Einheit des Leitungswiderstandes der Widerstand in dem unverzweigten Theile der Drathleitung von einer Endstation nach der nächsten empfangenden Station, also, wenn keine Zwischenstation eingeschaltet ist, nach der andern Endstation angenommen.

Es ist ferner

s ...die Stromstärke in dem Relaiszweige bei der Coincidenz (stärkster Strom);

s'' ...die Stromstärke daselbst, wenn das entfernte Pendel die Batterie schliesst (schwächster Strom);

σ ...die Stromstärke bei der gewöhnlichen telegraphischen Correspondenz.

Die in den Tafeln enthaltenen Werthe von $\frac{s}{s''}$ und $\frac{s''}{\sigma}$ gelten für den Fall, dass keine Zwischenstation vorhanden ist. Im andern Falle bilden die Werthe der Tafel 1 eine obere Grenze für $\frac{s}{s''}$, die Werthe der Tafel 2 eine untere Grenze für $\frac{s''}{\sigma}$.

Schwerin 1857 April 14.

Dr. M. C. Dippe.

Neue Elemente der Fortuna, nebst einer Ephemeride für die Opposition 1858, von Herrn Powalky.

Die Fortuna ist einer der kleinen Planeten, deren Berechnung in der letzten Zeit etwas vernachlässigt erscheinen musste. Ich habe sie daher übernommen und wünsche,

dass mir Zeit und Kräfte bleiben, sie auch fortzuführen, und nach noch einigen Erscheinungen mittlere Elemente und Tafeln zu berechnen.