ebene mag in oder senkrecht auf der Reflexionsebene liegen, die Welle im Moment der Reflexion um eine halbe Phase geändert werden.

Aus Sir David Brewster's wichtigen Untersuchungen über die Natur der Reflexion von Metallen geht hervor, daß ein linear polarisirter Strahl, welcher auf einen Metallspiegel fällt, durch die Reflexion elliptisch polarisirt wird, ein Resultat, das eine Phasendifferenz in den zwei aus der Zerfällung entstandenen Vibrationen andeutet. Allein aus denselben Untersuchungen erhellt ferner, daß diese Phasendifferenz mit der Incidenz variirt, und bei den äußersten Incidenzen ganz verschwindet, so daß bei der äußersten Gränz-Incidenz von 90° weder in der gegen die Reflexionsebene parallelen noch senkrechten Vibration eine Phasenänderung vorhanden, oder diese Aenderung für beide Vibrationen gleich ist. Aus einigen Beobachtungen über die Fransen, welche durch Interferenz von directem Licht mit dem an einem Metallspiegel reflectirten gebildet werden, schliesse ich, daß das erstere der Fall sey.

VII. *Ueber die Leitungsfähigkeit des Goldes, Bleis und Zinns für die Elektrizität bei verschiedenen Temperaturen; von E. Lenz.*

(Aus den Schriften der St. Petersburger Academie; vom Hrn. Verfasser übersandt ¹).

Am 7. Juni 1833 hatte ich die Ehre der Conferenz eine Abhandlung vorzulegen über die Leitungsfähigkeit für Elektrizität bei verschiedenen Temperaturen, in welcher ich die darauf Bezug habenden Formeln für fünf Metalle, nämlich: Silber, Kupfer, Messing, Eisen und Platin aus Versuchen herleitete; ich erlaube mir heute

1) Gegenwärtiger Aufsatz ist ein Zusatz zu der früheren Abhandlung des Hrn. Verfassers in diesen Annalen, Bd. XXXIV S. 418. P.

diesen meinen damaligen Aufsatz zu vervollständigen durch eine ähnliche Bestimmung für drei andere Metalle, nämlich für Gold, Zinn und Blei.

Das Verfahren bei diesen Versuchen war dem in der früheren Abhandlung näher auseinandergesetzten vollkommen ähnlich bis auf einen Punkt. Damals nämlich richtete ich die vier Beobachtungen bei jeder Temperatur so ein, daß zwei bei steigender, zwei bei sinkender Temperatur gemacht wurden; ich glaubte auf diese Weise den Fehler möglichst zu beseitigen, der dadurch entstehen muß, daß der Draht und das Thermometer unmöglich ganz zu gleichen Zeiten gleiche Wärmegrade annehmen können, und in der That glaube ich, daß durch dieses Verfahren keine bedeutende Fehler aus dieser Ursache in den von mir erhaltenen Resultaten geblieben seyn können; indessen war das zu vorliegenden Versuchen angewandte Verfahren noch mehr geeignet, dieselben zu beseitigen. Dieses bestand nämlich darin, daß ich das Oel, in welchem die Drähte erwärmt wurden, mittelst einer Berzelius'schen Lampe nahezu auf die beabsichtigte Temperatur brachte, dann aber durch Heben und Senken des Doctes die Flamme so modificirte, daß sie eben nur im Stande war das Oel bei dieser Temperatur zu erhalten, ohne sie zu erhöhen. Dieses war bei einiger Uebung keinesweges schwer zu erreichen, und es gelang mir immer eine Viertelstunde hindurch, während welcher die vier Ablenkungen der Nadel beobachtet wurden, eine bis auf ein Fünftheil des Grades constante Temperatur zu erhalten.

Indem ich mich nun, des besseren Verständnisses wegen, auf meine frühere Abhandlung beziehe, entlehne ich aus derselben die Formel:

$$\gamma = \frac{\lambda \cdot \sin \frac{1}{4} b}{2 L \cdot \cos \frac{1}{4} (a + b) \cdot \sin \frac{1}{4} (a - b)} \dots (1)$$

in welcher γ die Leitungsfähigkeit des untersuchten Drahts bedeutet, a den Ablenkungswinkel, wenn der Draht *nicht*

zwischen den Multiplicator und die elektromotorische Spirale, b aber denselben Winkel, wenn der Draht dazwischen gebracht war, λ die Länge des Drahts bei dem Durchmesser irgend eines als normal angenommenen Drahts (bei diesem Versuche war es ein Kupferdraht durch No. 11 gezogen), L die Länge des Multiplicator- drahts, der elektromotorischen Spirale und sonst nöthiger Hilfsdrähte, alle auf denselben Normaldurchmesser reducirt.

Das Erste war nun, die Gröfse L für den Multiplicator und die elektromotorische Spirale, die bei allen Versuchen dieselben blieben, zu bestimmen. Dieses geschah durch Bestimmung der Ablenkung der Multiplicatornadel beim Abreißen des Ankers mit der elektromotorischen Spirale 1), wenn sie allein den Kreis schloß, und 2) wenn eine bestimmte Länge des Normaldrahts (bei mir 100 Fufs) dazwischen gebracht wurde. — Zwei solche Versuche sind in den folgenden Tabellen enthalten, zu deren besserem Verstehen ich wiederum auf meine frühere Abhandlung verweisen muß:

V e r s u c h 1.

	1.	2.	3.	4.
<i>Ohne</i> den Normaldraht am Anfang der Versuchsreihe	63°,5	65°,6	66°,0	68°,1
<i>Mit</i> dem Normaldraht von 100 Fufs	10,1	10,0	10,6	10,7
<i>Ohne</i> den Normaldraht, am Ende der Versuchsreihe	63°,5	65°,2	66°,4	67°,9

Folglich
im Mittel ohne Normaldraht Ablenkung $= 65^\circ 46',5 = a$
mit demselben $= 10\ 21,0 = b$

V e r s u c h 2.

	1.	2.	3.	4.
Ohne den Normaldraht am Anfang der Versuchsreihe	62° ,5	65° ,6	64° ,9	67° ,9
Mit dem Normaldraht von 100 Fufs	10 ,0	9 ,9	10 ,4	10 ,7
Ohne den Normaldraht, am Ende der Versuchsreihe	61 ,9	65 ,5	65 ,6	67 ,7

Folglich

im Mittel ohne Normaldraht Ablenkung = $65^{\circ} 11',2 = a$
 - - mit demselben - = $10 150 = b$.

Bedient man sich zur Reducirung auf den Normaldraht der Formel:

$$L = \frac{50 \sin. \frac{1}{4} b}{\cos. \frac{1}{4} (a+b) \cdot \sin. \frac{1}{4} (a-b)},$$

so ergibt sich aus der ersten Versuchsreihe $L = 19,925$

- - - - - zweiten - = $19,880$

im Mittel $19,9025$

bei den nachfolgenden Rechnungen wurde die Zahl 19,9 zu Grunde gelegt. Allein gewöhnlich erforderte es der Apparat, dafs noch ein Paar Hilfsdrähte von unbedeutender Länge in den Kreis gebracht wurden; ihre Länge ward durch ganz ähnliche Versuche bestimmt, und die Gröfse zu 19,9 addirt, gab das vollständige L in obiger Formel (1).

2. wurde bei dem Zinn- und Bleidraht unmittelbar durch ihre Länge in Fufs gegeben, da diese Drähte mit dem Normaldraht genau denselben Durchmesser hatten; beim Golddraht ward das Verhältnifs des Durchmessers desselben zu dem des Normaldrahts dadurch bestimmt, dafs gleiche Längen beider abgewogen und deren spec. Gewichte bestimmt wurden, wie solches weiter unten gezeigt werden wird.

Ich bemerke hier noch, dafs der Multiplicator- und

elektromotorische Draht genau dieselben waren, wie bei den Versuchen in der früheren Abhandlung; daß sie eine weit geringere Ablenkung (um etwa 10°) geben, rührt daher, daß der Hufeisenmagnet sehr abgenommen hatte durch wiederholtes Auseinandernehmen, Reinigen etc. Ich hätte ihm leicht durch neues Streichen die frühere Kraft wieder geben können; allein es lag mir weniger daran einen starken, als einen Magneten von constanter Kraft zu haben, welche letztere Eigenschaft meinem Magnet in einem hohen Grade zukam, indem ein Abreißen von mehreren 100 Malen seine Kraft kaum merklich schwächte. Ich würde des Umstandes gar nicht erwähnt haben, da die Genauigkeit der Versuche ganz und gar nicht davon abhängt, wenn es nicht auffallen möchte, daß die Ablenkung bei den Versuchen mit dem Zinndrahte unter denselben Umständen größer war, als bei den nachfolgenden Versuchen mit dem Blei- und Golddrahte; erstere Versuche waren nämlich noch vor der oben erwähnten Schwächung des Magneten angestellt worden.

Ich gehe jetzt zu den Versuchen selbst über, bei deren Auseinandersetzung ich durchaus dieselbe Ordnung befolgen werde, wie in der früheren Abhandlung; nur die Einheit des Leitungswiderstandes ist hier nicht der Multiplicatordraht nebst der elektromotorischen Spirale, sondern ein englischer Fuß des obigen Normaldrahtes (No. 11) von Kupfer, gegen den jener $=19,9$ ist.

Versuche mit dem Zinndraht.

Länge des Drahts oder $\lambda = 9,67$ engl. Länge des Hilfsdrahts $= 0,8$, also:

$$L = 19,9 + 0,8 = 20,7.$$

Temperatur des elektromotorischen, des Multiplicatordrahts und des Hilfsdrahts $= 15^\circ$ R.

Ohne zwischengebrachten Zinndraht erhielt ich:

	Ablenkungen.				Mittel.
	1.	2.	3.	4.	
Beim Beginn der Reihe =	76,7	75,3	76,6	77,6	76,56
Am Ende der Reihe =	75,7	74,5	75,6	76,8	75,65
Folglich $\alpha = 76^{\circ} 6',3$.					

Thermomet. Reaum.	Ablenkungen.				Mittel.
	1.	2.	3.	4.	
15,90	28,6	28,7	28,8	28,1	28,800
38,35	27,6	26,6	26,6	27,1	26,875
54,25	25,8	25,3	25,4	25,5	25,500
70,15	24,0	24,3	24,6	24,6	24,375
89,47	22,7	22,5	22,9	23,3	22,925
105,35	21,9	21,6	21,8	22,2	21,875
126,40	20,8	20,6	21,0	21,0	20,850
144,70	19,4	19,6	19,7	19,8	19,625
162,40	18,7	18,4	18,4	19,3	18,700
162,60	18,6	18,2	18,7	18,8	18,575
145,85	19,4	19,3	19,6	19,7	19,500
125,80	20,8	20,1	20,8	20,6	20,575
109,02	21,8	21,2	21,5	21,0	21,375
90,02	23,2	22,2	23,1	22,9	22,875
70,75	24,4	24,5	24,5	24,5	24,475
50,20	25,5	25,1	25,2	25,6	25,350
33,97	26,6	26,3	26,5	26,9	26,575
20,40	27,3	27,2	28,1	28,2	27,700

Aus den Versuchen ohne Zwischenbringung des Zinn-
drahts sieht man, daß die Kraft des Magneten während
dieser Versuchsreihe etwas abgenommen hatte (von
 $76^{\circ},56$ bis $75^{\circ},65$). Allein da die Versuche erst bei stei-
gender, dann wieder bei sinkender Temperatur gemacht
wurden, so müssen, wenn man die nahezu bei gleicher
Temperatur beobachteten Ablenkungen zu einem Mittel
vereinigt (wie z. B. die erste und letzte, zweite und vor-
letzte Beobachtung etc.), und wenn man voraussetzt,
daß die Schwächung des Magneten der Zeit proportio-
nal geschah, was sehr wahrscheinlich ist, die auf diese
Weise erhaltenen Mittel von der Schwächung des Mag-

neten fast ganz unabhängig seyn. Deshalb habe ich die Beobachtungen obiger Tabelle auf die eben angegebene Weise zu zweien combinirt und dadurch die nachfolgende Tabelle erhalten, in der γ die nach der Formel (I) bezeichneten Leitungsfähigkeiten bedeutet.

Therm. Reaum.	$b.$	$\gamma.$	Therm. Reaum.	$b.$	$\gamma.$
18,2	28° 15,0	0,30618	107,2	21° 37,5	0,20437
36,2	26 43,5	0,28420	126,2	20 42,8	0,19235
52,3	25 25,5	0,25937	145,5	19 33,8	0,17776
70,5	24 25,5	0,24407	162,5	18 38,3	0,16645
89,8	22 54,0	0,22192			

Um die Abnahme der Leitungsfähigkeit mit steigender Temperatur, durch eine Formel auszudrücken, bediene ich mich, wie früher, der nachfolgenden:

$$\gamma_n = x + yn + zn^2 \dots \dots \dots (2)$$

wo γ_n die Leitungsfähigkeit für die Temperatur n bedeutet; x , y , z sind aus den Versuchen zu bestimmende Coefficienten. Setzen wir statt γ_n , n , n^2 die in der obigen Versuchstabelle enthaltenen Resultate, so erhalten wir 9 Gleichungen, und durch Abziehen jeder nächstfolgenden von der vorhergehenden folgende 8 für die Bestimmung von y und z :

$$0 = 0,02918 + 18,0 \cdot y + 979,3 \cdot z$$

$$0 = 0,02483 + 16,1 \cdot y + 1424,8 \cdot z$$

$$0 = 0,01530 + 18,2 \cdot y + 2235,0 \cdot z$$

$$0 = 0,01215 + 19,3 \cdot y + 3093,3 \cdot z$$

$$0 = 0,01755 + 17,4 \cdot y + 3427,9 \cdot z$$

$$0 = 0,01202 + 19,0 \cdot y + 4431,5 \cdot z$$

$$0 = 0,01459 + 19,1 \cdot y + 5189,5 \cdot z$$

$$0 = 0,01131 + 17,2 \cdot y + 5293,5 \cdot z$$

Hieraus ergeben sich nach der Methode der kleinsten Quadrate:

$$y = -0,00133929 \quad z = +0,00000238896$$

Setze ich diese Werthe in die allgemeine Gleichung:

$$\gamma_n = x + \gamma n + z n^2$$

oder

$$x = \gamma_n - (\gamma n + z n^2),$$

so erhalte ich 9 Werthe von x , deren Mittel mir giebt:

$$x = 0,32326,$$

folglich wird die Leitungsfähigkeit des Zinns für verschiedene Temperaturen n , bezogen auf die des Kupfers bei der Temperatur $= 15^\circ$, ausgedrückt durch die Formel

$$\gamma_n = 0,32326 - 0,00133929 n + 0,00002468896 \cdot n^2.$$

Setze ich statt n und n^2 die Temperaturen unserer Versuchstabelle, so erhalte ich folgende berechnete und folgende Abweichungen von den beobachteten:

γ_n		Differenzen.
Beobachtet.	Berechnet.	
0,30618	0,29970	+0,00648
0,28420	0,27809	+0,00616
0,25937	0,26002	-0,00065
0,24407	0,24121	+0,00286
0,22192	0,22305	-0,00113
0,20437	0,20828	-0,00391
0,19235	0,19386	-0,00151
0,17776	0,18119	-0,00343
0,16645	0,17133	-0,00488

Versuche mit dem Bleidraht.

Länge des Bleidrahts $\lambda = 9,29$:

$$L = 19,9 + 1,5 = 21,4$$

Temperatur der übrigen Drähte von Kupfer (außer dem Bleidraht) $= 15^\circ,0$ R.

Ohne zwischengebrachten Bleidraht:

	Ablenkungen.				Mittel.
	1.	2.	3.	4.	
Beim Beginn der Reihe	63,5	65,4	66,2	68,0	65° 46',2
Am Ende der Reihe	62,5	66,2	65,7	68,7	65° 46',2

Folglich $\alpha = 65^\circ 46',2$.

Nach

Nach Zwischenbringung des Bleidrahts erhielt ich folgende Ablenkungen:

Therm. Réaum.	Ablenkungen.					7.
	1.	2.	3.	4.	Mittel.	
14,8	15,2	15,3	16,0	16,1	15° 37,5	0,14497
39,7	13,8	14,8	14,4	14,5	14 15,0	0,12853
47,2	13,2	13,5	14,2	14,5	13 51,0	0,12392
65,8	13,0	12,8	13,5	13,2	13 7,5	0,11572
80,3	12,2	12,2	12,5	12,8	12 25,5	0,10807
101,0	11,5	11,4	12,2	11,9	11 45,0	0,10085
116,8	10,9	11,0	11,2	11,5	11 9,0	0,09460
154,3	9,8	9,8	10,2	10,3	10 1,5	0,08324
191,2	8,7	8,0	9,4	9,4	9 7,5	0,07450
225,5	8,1	8,15	8,6	8,9	8 21,7	0,06732

Auch hier ist die 2te, 4te, 6te und jede gerade Zahl von Beobachtungen bei aufsteigender, jede ungerade aber bei absteigender Temperatur angestellt worden, obgleich der Magnet gar keine Schwächung erlitten hatte.

Für die Gleichungen, aus welchen y und z der Formel (2) gefunden werden sollen, erhalten wir folgende neun:

$$0 = 0,01644 + 24,9 \cdot y + 1357,1 \cdot z$$

$$0 = 0,00461 + 7,5 \cdot y + 651,7 \cdot z$$

$$0 = 0,00820 + 18,6 \cdot y + 2101,9 \cdot z$$

$$0 = 0,00765 + 14,5 \cdot y + 2118,5 \cdot z$$

$$0 = 0,00722 + 20,7 \cdot y + 3752,8 \cdot z$$

$$0 = 0,00625 + 15,8 \cdot y + 3440,7 \cdot z$$

$$0 = 0,01136 + 37,5 \cdot y + 10167,3 \cdot z$$

$$0 = 0,00874 + 36,9 \cdot y + 12748,9 \cdot z$$

$$0 = 0,00718 + 34,3 \cdot y + 14293,1 \cdot z$$

Hieraus erhalten wir:

$$y = -0,00063757$$

$$z = +0,00000112775,$$

und durch Substitution dieser Werthe in die Gleichung (2):

$$x = 0,15326,$$

folglich wird unsere Formel für den Bleidraht:

$$\gamma_n = 0,15326 - 0,00063757 \cdot n + 0,00000112775 \cdot n^2.$$

Setzt man hier statt n und n^2 successiv die Temperaturen, bei welchen beobachtet wurde, so erhalten wir folgende Vergleichung der beobachteten und berechneten Leitungsfähigkeiten:

Beobachtet.	γ_n Berechnet.	Differenzen.
0,14497	0,14407	+0,00090
0,12853	0,12973	—0,00120
0,12392	0,12668	—0,00276
0,11572	0,11619	—0,00047
0,10807	0,10933	—0,00126
0,10085	0,10037	+0,00048
0,09460	0,09418	+0,00046
0,08324	0,08173	+0,00152
0,07450	0,07258	+0,00192
0,06732	0,06683	+0,00049

Versuche mit dem Golddraht.

Der Golddraht war bedeutend dünner als die bisher angewandten Drähte No. 11 (beiläufig halb so dick); seine Länge mußte daher erst auf den Normaldurchmesser reducirt werden, damit sie, durch γ dividirt, den Leitungswiderstand ausdrücke. Zu dem Ende wog ich eine bestimmte Länge desselben von 50",95 engl. ab, und bestimmte zugleich mit Sorgfalt sein specifisches Gewicht; ich fand sein absolutes Gewicht = 3,8845 Grm., sein specifisches = 19,418, welches beweist, daß das Gold ziemlich rein war. In der That hatte ich es als *feines* Gold von dem Goldscheider erhalten; es enthielt aber, nach einer qualitativen chemischen Analyse, etwas Silber. — Zugleich wog ich von dem Normalkupferdraht ein Stück von 36" ab und bestimmte sein specifisches Gewicht; sein absolutes Gewicht war = 4,606 Grm., sein specifisches = 8,8168.

Ist nun die Dicke des Golddrahts $=2r'$, die des Kupferdrahts $=2r$; die Länge des Golddrahts $=l'$, die auf den Durchmesser des Kupferdrahts oder $2r$ reducirte Länge des Golddrahts, bei der er eben so gut leiten würde, $=\lambda$, so haben wir nach dem bekannten Satze für die Leitungsfähigkeit der Drähte die reducirte Länge des Golddrahts:

$$\lambda = \frac{r^2}{r'^2} l.$$

Ist nun l die Länge des gewogenen Kupferdrahts, δ sein specifisches Gewicht, p sein Gewicht in Grammen, q das Gewicht eines Kubikzolls destillirten Wassers beim Maximum der Dichtigkeit in Grammen, und bezeichnet man die entsprechenden Werthe für's Gold mit l' , δ' , p' , so hat man:

$$r^2 = \frac{p}{l\delta\pi q} \quad \text{und} \quad r'^2 = \frac{p'}{l'\delta'\pi q},$$

folglich:
$$\frac{r^2}{r'^2} = \frac{p l' \delta'}{p' l \delta} = \frac{\lambda}{l},$$

folglich:
$$\lambda = l \cdot \frac{p l' \delta'}{p' l \delta},$$

setzt man in diesen Ausdruck die obigen Werthe von p , l , δ für Kupfer und Gold, für l aber die Länge des Golddrahts, der zu den Versuchen über die Leitungsfähigkeit diente, $=51''65$, so ergibt sich:

$$\lambda = 190''9 = 15'91 \text{ engl.},$$

hier ergab sich:

$$L = 19'9 + 1'58 = 21'48;$$

mit diesen Werthen ist γ berechnet worden. Die Temperatur des Kupferdrahts, des Multiplicators und der elektromotorischen Spirale $=15,1$.

Die Versuche geben folgende Tabelle der Abweichungen der Multiplicatornadel.

Ohne zwischengebrachten Golddraht:

		Abweichungen d. Nadel				Differenz.
		1.	2.	3.	4.	
Beim Beginn d. Reihe	=	60,4	57,2	62,8	60,5	60° 13',5
Am Ende der Reihe	=	60,5	57,1	62,3	60,2	60 1,5
Folglich:		$\alpha = 60^\circ 7',5$.				

Nach Zwischenbringung des Golddrahts erhielt ich folgende Ablenkungen:

Therm. Réaum.	Abweichungen der Nadel.					Mittel.	γ .
	1.	2.	3.	4.			
15,6	29°,5	29,4	31,1	30,9	30° 14',2	0,80438	
46,1	28 ,6	28,3	29,9	30,3	29 16,5	0,75373	
64,5	28 ,2	28,0	29,5	29,3	28 45,0	0,72750	
82,1	27 ,7	27,4	28,8	29,3	28 24,0	0,71059	
98,6	27 ,7	27,0	28,9	28,3	27 58,5	0,69039	
117,8	27 ,0	26,8	28,1	28,3	27 33,0	0,67078	
138,2	26 ,5	26,0	27,7	27,2	26 51,0	0,63975	
155,7	26 ,0	25,6	26,7	27,3	26 24,0	0,62033	
172,1	25 ,5	25,5	26,9	26,7	26 9,0	0,60986	
191,4	24 ,9	24,8	26,3	26,3	25 34,5	0,58613	
207,9	24 ,8	24,6	25,5	25,9	25 12,0	0,57123	
226,5	24 ,3	24,2	25,6	25,7	24 57,7	0,56184	

Hieraus ergeben sich für die Bestimmung von γ und z folgende 11 Gleichungen:

$$0 = 0,05065 + 30,5 \cdot \gamma + 1781,9 \cdot z$$

$$0 = 0,02623 + 18,4 \cdot \gamma + 2035,1 \cdot z$$

$$0 = 0,01691 + 17,6 \cdot \gamma + 2580,1 \cdot z$$

$$0 = 0,02020 + 16,5 \cdot \gamma + 2981,6 \cdot z$$

$$0 = 0,01961 + 19,2 \cdot \gamma + 4155,0 \cdot z$$

$$0 = 0,03103 + 20,4 \cdot \gamma + 5222,5 \cdot z$$

$$0 = 0,01942 + 17,5 \cdot \gamma + 5153,5 \cdot z$$

$$0 = 0,01047 + 16,4 \cdot \gamma + 5375,0 \cdot z$$

$$0 = 0,02373 + 19,3 \cdot \gamma + 7015,0 \cdot z$$

$$0 = 0,01490 + 16,5 \cdot \gamma + 6589,0 \cdot z$$

$$0 = 0,00939 + 18,6 \cdot \gamma + 8081,0 \cdot z;$$

die Behandlung derselben nach der Methode der kleinsten Quadrate giebt:

$$\gamma = -0,0017851$$

$$z = +0,00000255666,$$

woraus folgt:

$$x = 0,83646,$$

wir haben also für die Leitungsfähigkeit des Golddrahts die Formel:

$$\gamma_n = 0,83646 - 0,0017851 \cdot n + 0,00000255666 \cdot n^2.$$

Setzen wir in dieselbe statt n die beobachteten Temperaturen, so erhalten wir die nachfolgende Vergleichstabelle der berechneten und beobachteten Leitungsfähigkeiten:

Berechnetes.	Beobachtetes.	Differenz.
γ .	γ .	
0,80924	0,80458	— 0,00486
0,75960	0,75373	— 0,00587
0,73195	0,72750	— 0,00445
0,70713	0,71059	+ 0,00346
0,68530	0,69039	+ 0,00509
0,66165	0,67078	+ 0,00913
0,63859	0,63978	+ 0,00116
0,62050	0,62033	— 0,00017
0,60498	0,60986	+ 0,00488
0,58545	0,58613	— 0,00232
0,57584	0,57123	— 0,00461
0,56329	0,65184	— 0,00145

Auf diese Weise hätten wir nun die Formeln für unsere drei Drähte entwickelt; allein sie sind so unmittelbar, weder unter einander, noch auch mit den früheren für die übrigen Metalle erhaltenen Resultaten vergleichbar, da sie sich, streng genommen, nicht auf ein und dieselbe Einheit beziehen, jede nämlich auf die Leitungsfähigkeit des Kupfers bei der Temperatur, die die Kupferdrähte gerade hatten, oder die die Luft in dem Zimmer hatte, in welchem beobachtet wurde. Diese Tem-

peratur habe ich im Anfang eines jeden Versuches angeführt, sie war:

bei den Versuchen mit dem Zinndraht $= 15^{\circ},0$ R.

- - - - - Bleidraht $= 15^{\circ},0$ R.

- - - - - Golddraht $= 15^{\circ},1$ R.

Der kleine Unterschied der letzten Temperatur ist wohl zu vernachlässigen, und wir können annehmen, daß alle Beobachtungen bei 15° R. angestellt wurden. In meiner früheren Abhandlung hatte ich sämtliche Leitungsfähigkeiten auf die des Kupfers bei $0^{\circ} = 100$ bezogen. Ich werde mich hier daher desselben Verfahrens bedienen. Das Verhältniß der Leitungsfähigkeit des Kupfers bei 0° zu dem bei 15° ist aber nach der früheren Formel für's Kupfer $= 100: 95,393$. Man hat also unsere obigen Formeln nur mit 95,393 zu multipliciren, so hat man die Formel auf diese neue Einheit bezogen. Die nachfolgende Tafel enthält unsere Formel in dieser neuen Gestalt, wobei ich, der leichteren Uebersicht wegen, auch die früheren Formeln hinzugezogen und sämtliche Metalle nach der Leitungsfähigkeit geordnet habe:

für Silber γ_n	$= 136,250 - 0,49838 \cdot n + 0,00080378 \cdot n^2$
Logarithm. d. Coëfficient	9,69756 6,90514
für Kupfer γ_n	$= 100,000 - 0,31368 \cdot n + 0,00043679 \cdot n^2$
Logarithmen	9,49648 6,64027
für Gold γ_n	$= 79,792 - 0,170284 \cdot n + 0,00024389 \cdot n^2$
Logarithmen	9,23117 6,38718
für Zinn γ_n	$= 30,837 - 0,127726 \cdot n + 0,00023733 \cdot n^2$
Logarithmen	9,10638 6,37535
für Messing γ_n	$= 29,332 - 0,051685 \cdot n + 0,000061316 \cdot n^2$
Logarithmen	8,71336 5,78757
für Eisen γ_n	$= 17,741 - 0,083736 \cdot n + 0,00015020 \cdot n^2$
Logarithmen	8,92291 6,17667
für Blei γ_n	$= 14,620 - 0,060819 \cdot n + 0,000107578$
Logarithmen	8,78404 6,03172
für Platin γ_n	$= 14,165 - 0,038899 \cdot n + 0,00006586 \cdot n^2$
Logarithmen	8,58994 5,81862.

Um die Schwächung der Leitungsfähigkeit durch die Wärme bei den verschiedenen Metallen noch besser übersehen zu können, werde ich hier die Leitungsfähigkeit derselben bei 0°, bei 100° und 200°, aus den Formeln berechnet, zusammenstellen.

	Leitungsfähigkeit für Elektrizität bei:		
	0°	100°	200°
Silber . .	136,25	94,45	68,72
Kupfer . .	100,00	73,00	54,82
Gold . . .	79,79	65,20	54,49
Zinn . . .	30,84	20,44	14,78
Messing .	29,33	24,78	21,45
Eisen . .	17,74	10,87	7,00
Blei . . .	14,62	9,61	6,76
Platin . .	14,16	10,93	9,02

Aus vorstehender Tabelle ersieht man nun recht augenscheinlich, wie stark der Einfluss der Wärme auf die Fähigkeit der Metalle ist, die Elektrizität zu leiten, und zweitens wie ungleich dieser Einfluss bei den verschiedenen Metallen ist. So haben zum Beispiel bei 100° die letzten fünf Metalle ihre gegenseitige Stelle in der Ordnung der Leitungsfähigkeiten schon ganz geändert; das Blei ist das am schlechtesten leitende Metall geworden; das Platin ist sogar über das Eisen hinaufgerückt; das Messing leitet besser wie Zinn, welches bei 0° in dieser Hinsicht über ihm steht. Bei 200° ist die Reihenfolge zwar dieselbe geblieben als bei 100°, indessen sind sich hier Kupfer und Gold fast ganz gleich geworden, so dass bei noch höherer Temperatur das Gold das besser leitende Metall werden muss.

Bei diesem bedeutenden Einfluss der Temperatur auf die Leitungsfähigkeit der Metalldrähte, und bei dem nicht weniger bedeutenden Einwirken jeder, wenn auch unbedeutlichen, Legirung mit anderen Metallen, das durch Versuche anderer Physiker nachgewiesen worden ist, kann

es denn auch ganz und gar nicht wundern, wenn die Angaben der Leitungsfähigkeit der Metalle bei verschiedenen Physikern von einander abweichen. Besonders wird dieses nothwendig der Fall seyn zwischen Versuchen, wie die meinigen, und denen, die durch Glühen verschiedener Metalldrähte durch ein und dieselbe Säule vorgenommen wurden: man erhält hier eigentlich nur die Leitungsfähigkeit der Metalle bei der Glühhitze, die von der bei minderen Temperaturen sehr verschieden ist, wie wir so eben uns überzeugten.

In meiner früheren Abhandlung habe ich mir erlaubt, die erhaltenen Formeln über die Gränzen der Beobachtungen auszudehnen, wo sich denn ergab, daß sämtliche Metalle ein Minimum der Leitungsfähigkeit bei einer hohen Temperatur haben, über welches hinaus dieselbe wieder wächst; in der dort mitgetheilten Tabelle dieser Minima haben sich aber Druckfehler eingeschlichen, daher ich sie in corrigirter Gestalt wiederhole, und auch die drei zuletzt in dieser Hinsicht bestimmten Metalle beifüge:

Silber	Minimum	= 59,00	bei 310,05 Réaum.
Kupfer	-	= 43,70	- 359,00 -
Gold	-	= 50,06	- 349,10 -
Zinn	-	= 13,64	- 269,2 -
Messing	-	= 18,46	- 421,50 -
Eisen	-	= 6,01	- 278,80 -
Blei	-	= 6,02	- 282,6 -
Platin	-	= 8,41	- 295,3 -

Das Daseyn eines Minimums der Leitungsfähigkeit, das für das Platin schon bei etwa 300° eintreten müßte, also auf jeden Fall vor der Rothglühhitze, widerspricht der Erfahrung Davy's, nach welcher ein durch den galvanischen Strom in's Rothglühen versetzter Platindraht durch anderweitiges Erhitzen einer Stelle desselben bis zum Weißglühen an seinen übrigen Theilen weniger glüht als früher. Hienach scheint im Gegensatz zu der Folge-

rung aus meinen Formeln der Schluß sich zu ergeben, daß die weißglühende Drahtstelle den Strom schlechter leite als früher, und dieser daher so geschwächt wurde, daß er nicht mehr im Stande sey, das frühere Glühen zu unterhalten. Da eine empirische Formel nicht über die Gränzen der Werthe, für welche sie bestimmt wurde, ausgedehnt werden darf, so denke ich keinesweges die Erfahrung eines Davy durch Obiges zu widerlegen; ich glaubte jedoch, diese Folgerungen meiner Formeln hervorheben zu müssen. Vielleicht gelingt es einem späteren Beobachter, diesen Punkt vollständig aufzuklären. Ich habe zwar einen Versuch dazu gemacht (vergl. diese Annalen, Bd. XXXIV S. 436), der in der That für meine Folgerung zu sprechen schien; allein die Unfähigkeit, höhere Temperaturen mit Genauigkeit zu bestimmen, sind hier ein schwer zu beseitigendes Hinderniß, so daß ich den fraglichen Punkt als für noch nicht entschieden ansehen muß.

VIII. *Ueber die Wirkung der Salpetersäure auf Wismuth und andere Metalle;*
von Thomas Andrews in Belfast.

(*Phil. Mag. Ser. III T. XII p. 305.*)

Ich schätze mich glücklich, zu sehen, daß meine, dem britischen Naturforscher-Verein mitgetheilten Beobachtungen über die sonderbaren Abänderungen in der gewöhnlichen Wirkung der Salpetersäure auf gewisse Metalle die Aufmerksamkeit eines so ausgezeichneten Physikers, wie Hr. Schönbein, erregt haben. Da indess einige meiner Resultate mit den seinigen im Widerspruch stehen, und seine Schlüsse vielleicht modificiren werden, so will ich meine Untersuchungen, von denen bis jetzt nur