

# **X. Verhältniss der Ohmad zur Siemens'schen Quecksilber-Einheit; von Hermann Siemens,**

Telegraphenbau-Ingenieur in Berlin.

Seitdem die Einführung einer rationellen Widerstandseinheit als Maafs für elektrische Widerstände von Dr. W. Siemens im Jahre 1860 so lebhaft befürwortet und durch seine Aufstellung der Quecksilbereinheit ermöglicht worden ist, hat die Anwendung der nicht auf wissenschaftlicher Grundlage beruhenden Widerstandseinheiten von Jahr zu Jahr an Boden verloren. Es erfreut sich gegenwärtig neben der Quecksilbereinheit nur noch die von der *British Association for the Advancement of Science* durch ihr *Committee for electrical Standards* vorgeschlagene und dargestellte B. A. Einheit, welcher das *Committee* den Namen Ohmad gegeben hat, in Folge ihrer Beliebtheit bei den englischen Physikern einiger Anwendung in England. Diese Beliebtheit hat wohl hauptsächlich darin ihren Grund, daß die Ohmad, soweit die experimentellen Bestimmungen zu ihrer Darstellung richtig, eine Einheit in absolutem Maafse ist. Da es allerdings vom wissenschaftlichen Standpunkte aus nothwendig erscheint, die Einheit für elektrische Widerstände in absolutem Maafse ausdrücken zu können, so lag die Aufgabe nahe, diesem Bedürfnis durch Aufstellung des Verhältnisses zwischen der Quecksilber-Einheit und der Ohmad so gut wie zunächst möglich Rechnung zu tragen.

Die nachfolgend beschriebene Arbeit hat den Zweck, besagtes Verhältniß auf experimentellem Wege zu ermitteln.

Zur Lösung der Aufgabe standen für die Quecksilber-Einheit einerseits zwei Quecksilberspiralen No. 22 und No. 19 zur Disposition, deren resp. Widerstände bei 0° C. nach den Bestimmungen der dritten Reproduction dieser Einheit 1,09438 und 0,86142 Quecksilber-Einheiten betragen <sup>1)</sup> während die Ohmad andererseits in drei Original-

1) Diese Annalen Bd. 136 S. 401.

Ohmadcopien No. 21, No. 51 und No. 61 vorhanden war, welche nach beigegebenen Attesten bei den resp. Temperaturen  $16^{\circ},5$ ,  $15^{\circ},8$  und  $15^{\circ},2$  C. diese Einheit darstellten. Der Coëfficient für die Widerstandsvermehrung bei wechselnder Temperatur betrug für alle 3 Copien nach beigegeführter Angabe 0,00031 pro  $1^{\circ}$  C.

Die Vergleichung dieser Widerstände geschah mit Hülfe derselben Wheatstone'schen Brücke und desselben Spiegelgalvanometers, welche bei der dritten Reproduction der Quecksilbereinheit<sup>1)</sup> im Laboratorium von Dr. Siemens benutzt wurden; die eingehaltene Meßmethode war in keiner Weise von der bei jener Arbeit benutzten verschieden.

Während der Messungen standen sowohl die Quecksilberspiralen, als auch die Ohmadcopien in bewegtem Wasser; ihre Temperatur wurde an gut corrigirten Normal-Thermometern unmittelbar nach jeder Messung abgelesen. Mit Sorgfalt wurde darauf geachtet, daß bei den Ohmadcopien keine Nebenschließung zwischen den Zuführungsdrähten durch Feuchtigkeit gebildet war.

Als Elektromotor dienten zwei Daniell'sche Elemente.

Die Länge  $s$  des Brückendrahts im Sinne der Messungen betrug  $2492^{\text{mm}},88$ ; sie war vor Beginn der Widerstands-Vergleichungen auf zwei verschiedene Arten sehr genau ermittelt worden.

In Tabelle I sind die Ablesungen in Millimetern an der Brücke zusammengestellt, welche bei Vergleichung je zweier der oben genannten Widerstands-Etalons<sup>2)</sup> gefunden worden sind.

1) Diese Annalen Bd. 136 S. 373 pp.

2) Mit der Ohmadcopie No. 61 konnten leider keine gültigen Messungen angestellt werden, weil sie sich bei den Beobachtungen als fehlerhaft erwies. Es ist dies derselbe Etalon, welcher schon in diesen Ann. Bd. 136 S. 403 als fehlerhaft erwähnt ist; trotz der inzwischen stattgefundenen Revision schwankte sein Widerstandswerth während der jetzigen Beobachtungen innerhalb 5,4 Proe.

Tabelle I.

No. des Ver- suches	Verglichene Widerstände		$d$ beobachtet bei den ver- zeichneten Tempera- turen	$d$ berech- net für Normal- Tempera- tur	Gewicht der Beobach- tung
1	{Hg 22 {(16,49)	Ohm. 21 (17,47)	71,06	51,6756	1
2	{Hg 22 {(16,57)	Ohm. 51 (17,47)	71,61	52,4116	1
3	{Hg 19 {(17,05)	Ohm. 21 (18,16)	225,03	244,641	1
4	{Hg 19 {(17,25)	Ohm. 51 (18,30)	224,80	244,335	1
5	{Hg 22 {(17,38)	Ohm. 21 (18,46)	71,96	51,901	2
6	{Hg 22 {(17,58)	Ohm. 51 (18,42)	72,45	52,507	2
7	{Hg 19 {(18,03)	Ohm. 21 (19,76)	224,53	244,688	2
8	{Hg 19 {(17,80)	Ohm. 51 (18,69)	224,23	244,394	2
9	{Hg 22 {(bei gleicher	Hg 19 Tempr.)	296,45	296,45	2
10	{Ohm. 21 {(bei gleicher	Ohm. 51 Tempr.)	0,23	0,50	2

Die Zeichen Hg 22 und Hg 19 in Colonne 2 und 3 bedeuten die Quecksilberspiralen No. 22 und No. 19, Ohm. 21 und Ohm. 51 aber die Ohmadcopien No. 21 und No. 51. Der links stehende der beiden unter einander verglichenen Widerstände ist jedesmal an Mitte (Napf I), der rechts aufgeführte an Seite (Napf V oder VI) des Umschalters<sup>1)</sup> gelegt; die eingeklammerten Zahlen geben das arithmetische Mittel der unmittelbar nach jeder Messung beobachteten Temperatur des Etalons in Centesimalgraden an, wobei bemerkt wird, daß Temperaturschwankungen von mehr als 0°,3 bei Vergleichung je zweier Widerstände nicht vorkamen. Colonne 4 enthält die Differenz  $d$  der Mittel aus den Ablesungen an der Brücke für

1) Diese Annalen Bd. 136 S. 376.

die beiden Stellungen des Umschalters. Diese Größen  $d$  stehen in Folge des Umstandes, daß die mittlere Temperatur des nämlichen Etalons bei den verschiedenen Beobachtungsreihen eine verschiedene war, also stets andere Widerstände zur Vergleichung kamen, in sehr complicirten Beziehungen zu einander. Um behufs Ausgleichung der Beobachtungsfehler einfache Relationen zwischen ihnen zu haben, sind mittelst Rechnung aus diesen Größen diejenigen Werthe der Differenzen ausfindig gemacht worden, welche sich *caeteris paribus* hätten ergeben müssen, wenn jeder Etalon während der Messungen seine Normaltemperatur besessen hätte. Die so erhaltenen Größen  $d$  sind in Colonne 5 zusammengestellt; nur sie sind den weiteren Rechnungen zu Grunde gelegt.

Colonne 6 endlich giebt das Gewicht an, welches ich den in 2 Serien zu verschiedenen Zeiten gemachten Beobachtungen glaube beilegen zu müssen, um zunächst den ungleich günstigen äußern Umständen (Nadelschwankungen) Rechnung zu tragen.

Die Beobachtungen 1 und 5, 2 und 6, 3 und 7, 4 und 8 entsprechen Vergleichen der nämlichen Etalons; mit Rücksicht auf die den beiden Beobachtungsserien eben beigelegten Gewichte erhält man daher als nächstes Resultat der Messungen die in Colonne 3 der später folgenden Tabelle II zusammengefassten Werthe der Differenz  $d$  für die Vergleichung je zweier der benutzten Etalons, und kommen diesen Differenzen, so lange nur die äußeren Verhältnisse berücksichtigt werden, zunächst gleiche Gewichte zu.

Offenbar würde schon die Vergleichung einer einzigen Quecksilberspirale mit jeder der beiden Ohmadcopien genügt haben, um deren Werth in Quecksilbereinheiten ausgedrückt zu erhalten; es sind hier jedoch unter Hinzuziehung einer zweiten Quecksilberspirale noch vier weitere Vergleichen vorgenommen und bisher verfolgt worden, um durch sie ein Mittel zu erlangen, die Messungen gegenseitig zu controliren und gestützt auf diese Controle

die Beobachtungsfehler mit einiger Wahrscheinlichkeit zu berechnen und zu eliminiren.

Die Berechnung dieser Beobachtungsfehler geschah auf einem ganz ähnlichen Wege, wie er in diesen Annalen Bd. 130, S. 383 etc. zur Ausgleichung einer ganz analogen Reihe angewendet und beschrieben ist. Die auf solche Weise erhaltenen corrigirten Differenzen  $d$  für die Vergleichung je zweier Widerstandsetalons sind in Colonne 4 der Tabelle II zusammengestellt.

Tabelle II

No. der Vergleichung	Verglichene Widerstände	$d$ entsprechend den Normaltemperaturen	corrigirtes $d$ , entsprechend den Normal- temperaturen
I	Hg 22 und Ohm. 21	51,83	52,00
II	Hg 22 und Ohm. 51	52,48	52,48
III	Hg 22 und Hg 19	296,45	296,26
IV	Ohm. 21 und Ohm. 51	0,50	0,50
V	Ohm. 21 und Hg 19	244,67	244,86
VI	Ohm. 51 und Hg 19	244,37	244,37

Nach Auffindung dieser corrigirten Werthe für die Differenz  $d$  der angestellten Vergleichenungen bleibt zunächst zu ermitteln, wie das aus den jetzigen Messungen sich ergebende Verhältniß der beiden Quecksilberspiralen mit dem früher gefundenen übereinstimmt.

Es ist der Logarithmus des Quotienten der Widerstände beider Spiralen nach der III. Reproduction der Quecksilbereinheit gleich . . . . . 0,1039564

Nach den jetzigen Beobachtungen ist derselbe 0,1037153

Diff. 0,0002411.

Die beiden Werthe des fraglichen Quotienten würden sich also um 0,56 Proc. von einander unterscheiden. Diese Differenz erklärt sich nun beim ersten Blick auf die Messungen dadurch, daß vorstehend die beiden Quecksilberspiralen trotz ihres wesentlich verschiedenen Werthes direct mit einander verglichen worden sind, während bei der III. Reproduction nur Vergleichenungen zwischen ein-

ander nahe gleichen Widerständen vorgenommen wurden, weshalb dort das Verhältniß beider Spiralen auf einem Umwege zu ermitteln war. Die in Tabelle II sub III, V und VI aufgeführten Messungen müssen als in Genauigkeit gegen die andern weit zurückstehend bezeichnet werden und würden deshalb auch gar nicht angestellt und so weit verfolgt seyn, wenn sie nicht zur Controle der andern und zur Ausgleichung der Beobachtungsfehler für diese nützlich gewesen wären. (Wird übrigens das Verhältniß beider Spiralen ohne vorangegangene Correctur der Differenz ermittelt, so ist die Abweichung des so gefundenen Quotienten von den frühern nur noch 0,37 Proc.).

Wegen der großen Verschiedenheit der Werthe  $d$  bei den gemachten Messungen muß den unter I, II und IV in Tabelle II angeführten gegenüber denen sub III, V und VI etwa das dreifache Gewicht beigelegt werden. Diesem Umstande wird in der Weise Rechnung getragen, daß vom Logarithmus der Quecksilberspirale No. 22 die Größe  $\frac{0,0002411}{4}$  subtrahirt und zum Logarithmus der Spirale No. 19 die Größe  $\frac{3 \cdot 0,0002411}{4}$  addirt wird, eine Correction, die natürlich nur für diese Beobachtungen gilt, während bei jeder anderweitigen Untersuchung wieder auf die bei der dritten Reproduction festgestellten Werthe der Spiralen zurückzugehen ist.

Sodann hat es keine Schwierigkeit mehr, die Werthe der beiden Ohmadcopien in Quecksilbereinheiten aus I und II oder auch aus V und VI der Tabelle II zu berechnen, und ergibt sich dabei *Copie No. 21 zu 1,04951, Copie No. 51 zu 1,04911 Quecksilbereinheiten*. Die durch die beiden Ohmadcopien dargestellten Werthe der Ohmad unterscheiden sich also um 0,04 Proc. von einander; *ihr mittlerer Werth beträgt 1,0493 Quecksilbereinheiten*.

Zum Schlusse sage ich Hrn. Dr. Dehms meinen Dank für den Beistand, dessen ich mich bei Ausführung der Arbeit zu erfreuen hatte.

P. S. Obwohl die obige Arbeit bereits zu Anfang des Jahres 1870 ausgeführt wurde, glaubte ich dieselbe doch noch veröffentlichen zu müssen, weil ihr Werth durch die seitdem verflossene Zeit kaum geschmälert seyn dürfte, und sich auch schon Hr. Prof. Kohlrausch in seiner Abhandlung über die Bestimmung der Siemens'schen Widerstandseinheit nach absolutem Masse<sup>1)</sup> auf dieselbe bezogen hat.

Der Krieg gegen Frankreich trägt die Hauptschuld an der Verzögerung des Druckes dieser Arbeit.

Berlin, October 1872.

## XI. *Ueber die Absorption der chemisch wirksamen Strahlen in der Atmosphäre der Sonne;* von H. C. Vogel.

(Mitgetheilt vom Hrn. Verf. aus den Berichten der Kgl. Sächs. Gesellsch. der Wissenschaften.)

Die Abschwächung des Lichtes nach den Rändern der Sonnenscheibe, durch die Absorption der die Sonne umgebenden Atmosphäre hervorgebracht, ist schon von Bouguer beobachtet und durch photometrische Messungen das Verhältniss der Helligkeit eines um  $\frac{3}{4}$  des Halbmessers von der Mitte der Scheibe befindlichen Punktes, zu der im Mittelpunkt vorhandenen Helligkeit zu  $\frac{25}{48}$  bestimmt worden. Aus neuerer Zeit finden sich einige dahin schlagende Beobachtungen von Secchi<sup>2)</sup> und Liais<sup>3)</sup> vor. Secchi hat die Beobachtungen noch dahin erweitert, daß er die

1) Nachrichten von der Königl. Gesellsch. der Wissensch. zu Göttingen Jahrg. 1870 No. 2. (Siehe auch das nächste Ergänzungsheft.)

2) *Le Soleil* pag. 121 u. f.

3) *Liais. Sur l'intensité relative de la lumière dans les divers points du disque du soleil. Mém. de Cherbourg XII 1866 p. 277 — 342.*

Poggendorff's Annal. Bd. CXLVIII.