Gedruckt mit Unterstützung aus dem Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Uber Thermokräfte an Drähten, die teilweise mit fremdem Metall überzogen sind

Von

Artur Kohaut

(Aus dem II. physikalischen Institut der Universität Wien)

(Mit 3 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 5. Juli 1928)

Im Februar 1927 wurde ich vor die Aufgabe gestellt, zu untersuchen, ob folgende Anordnung als Thermoelement verwendbar wäre: Von einem Drahtstück soll ein Teil mit einem anderen Metall überzogen werden, z. B. ein Konstantandraht mit einem galvanischen Kupferüberzug. Die Enden des Überzuges sollen als »Lötstellen« betrachtet werden und, auf verschiedene Temperaturen gebracht, einen Potentialunterschied gegeneinander aufweisen. Fig. 1 zeigt schematisch ein solches Thermoelement. A und B sind die beiden Lötstellen.

Fig. 1.

Tritt eine Thermokraft auf, so läßt sie sich mit einem Galvanometer nachweisen. Ich stellte zunächst qualitative Versuche an mit Thermoelementen, die in einem teilweise verzinnten Nickeldraht bestanden. Die Enden dieses Drahtes wurden an ein hochempfindliches Galvanometer (Schleifengalvanometer von Zeiss) angeschlossen, die Lötstellen auf verschiedene Temperaturen gebracht und der auftretende Strom gemessen. Aus diesen Vorversuchen ging einwandfrei hervor, daß die oben beschriebene Anordnung tatsächlich ein Thermoelement darstellt.

Bevor ich quantitative Versuche anstellen konnte, erschien im Mai desselben Jahres im »Österreichischen Radioamateur«[1] eine Notiz, in welcher ein Gerät zum Heizen von Elektronenröhren beschrieben wird, das eine französische Firma erzeugen soll und das auf der Verwendung von Thermoelementen, ähnlich den oben beschriebenen, beruht. Damit war also die qualitative Seite des Problems gelöst.

Es war nun meine Aufgabe, diesen Effekt nach der quantitativen Seite hin zu untersuchen. Wegen der hohen Thermokraft

[1] Österreichischer Radioamateur, 1927, p. 367. Die Originalmitteilung konnte ich nicht eruieren.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

und der leichteren Herstellung wählte ich zu den Versuchen folgendes Element: Ein Konstantandraht bestimmter Länge (2 *m*) wurde in der Mitte über eine gewisse Strecke (50 *cm*) auf elektrischem Weg mit Kupfer überzogen. Die Apparatur hiezu war sehr einfach: als Anode diente ein Zylinder aus Kupferblech; er war gleichzeitig auch Behälter des Elektrolyten. In seiner Achse wurde der zu verkupfernde Draht ausgespannt. Dadurch war gleichzeitig auch erreicht, daß der Kupferüberzug an allen Stellen gleich stark ausfiel.

Als Elektrolyten verwendete ich zuerst reines Kupfersulfat. Dabei stellten sich, wie ja zu erwarten war, Schwierigkeiten ein: es war sehr schwer, einen homogenen Überzug zu erhalten, des weiteren war über eine gewisse Dicke des Überzuges nicht hinauszukommen, da sich bei längerer Dauer des Galvanisierens das Kupfer in Form kleiner Krystalle ausschied. Deshalb ging ich dann

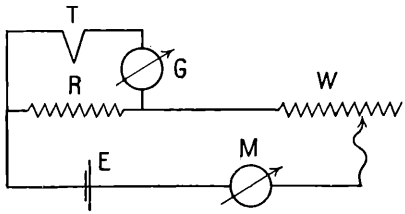

Fig. 2.

zu dem zyankalihaltigen Kupferbad über, das im Handbuch der Experimentalphysik I angegeben ist.[1] Mit diesem Kupferbad war es nun möglich, auch stärkere Überzüge zu erhalten.

Mit dem ersten als auch mit dem zweiten Bad stellte ich eine Reihe von Elementen her; jene, deren Überzüge mit dem Auge erkennbare Fehler aufwiesen, wurden ausgeschieden, die übrigen dann zur Messung verwendet.

Zur Messung der Thermokräfte wandte ich die von Lindeck angegebene Kompensationsschaltung an, da sie für meine Zwecke weitaus am geeignetsten erschien. In Fig. 2 ist das Schema der Schaltung angegeben. Es bedeuten: *T* das Thermoelement, *G* ein hochempfindliches Galvanometer, *R* einen konstanten Widerstand, *W* einen veränderlichen Widerstand, *E* ein Element und *M* ein Milliamperemeter. Wenn das Galvanometer *G* keinen Ausschlag zeigt, dann gibt das Produkt aus *R* in Ohm und *M* in Ampere die Spannung des Thermoelements *T* in Volt. Als Nullzeiger *G* verwendete ich ein Schleifengalvanometer von Zeiss, als Milliamperemeter eines der bekannten Siemenstypen.

Zuerst untersuchte ich die Abhängigkeit der Thermokraft von der Dicke des Kupferüberzuges. In der folgenden Tabelle I sind die Resultate der Messungen zusammengestellt; und zwar ist nicht

[1] Handbuch der Experimentalphysik, Bd. I, p. 463 (1926).

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

die Dicke des Kupferüberzuges angegeben, sondern dessen gemessener Widerstand. Allen Messungen wurde ein und dasselbe Temperaturintervall zugrunde gelegt; die eine Lötstelle wurde auf 18° C., die andere auf 100° C. gebracht.

Tabelle 1.

Element	1	2	3	4		6
W_{Kupfer} Ω.	4·87	2·47	1·99	1·76	1·63	1·00
Thermokraft $\times 10^{-4}$ Volt	2·59	4·80	6·05	6·46	4·80	9·00

Element		8	9	10	11	12
W_{Kupfer} Ω.. ..	0·954	0·763	0·550	0·534	0·510	0·240
Thermokraft $\times 10^{-4}$ Volt	9·69	9·40	12·9	13·3	12·7	20·2

Es ist aus dieser Tabelle leicht zu ersehen, daß die auftretende Thermokraft zunimmt, wenn der Widerstand des Kupferüberzuges abnimmt.

Ich vermutete nun, daß die Thermokraft als Funktion des Verhältnisses des Widerstandes des Kupferüberzuges zum Widerstand des Elementes zwischen den Punkten A und B (Fig. 1) eine einfache Darstellung zuläßt. Der Widerstand zwischen A und B, der den Gesamtwiderstand der beiden Leiter: Kupferüberzug und Konstantanseele in Nebeneinanderschaltung darstellt, sei der Einfachheit halber mit Summenwiderstand bezeichnet. Die Funktion, die die Abhängigkeit der auftretenden Thermokraft von dem Widerstandsverhältnis $\frac{W_s}{W_{Cu}}$, wo W_s den Summenwiderstand und W_{Cu} den Widerstand des Kupferüberzuges bezeichnet, angibt, muß die Gestalt haben:

$$e = a \cdot \frac{W_s}{W_{Cu}}.$$

Die Funktion wird also im e $\frac{W_s}{W_{Cu}}$ Diagramm eine Gerade sein. Die Konstante a ist für die Elementzusammenstellung charakteristisch. Es lag daher nahe, dafür die bei einem normalen Thermoelement für das angegebene Temperaturintervall auftretende Thermokraft anzunehmen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Über die Größe des normalen Effekts gehen die Angaben auseinander. Messungen, die ich mit verschiedenen Kupfersorten ausgeführt habe, geben für das Temperaturintervall von 82° C. Thermokräfte von $27 \cdot 9 . 10^{-4}$ Volt bis $33 \cdot 0 . 10^{-4}$ Volt. Den Wert des normalen Effekts für das elektrolytisch niedergeschlagene Kupfer konnte ich aber direkt nicht messen. Nimmt man nun für diesen Wert für unser Temperaturintervall $30 . 10^{-4}$ Volt an, so lautet die Gleichung für die auftretenden Thermokräfte

$$e = 30 . \frac{W_s}{W_{Cu}} . 10^{-4}. \tag{1}$$

In der folgenden Tabelle 2 sind die nach dieser Gleichung unter Zugrundelegung der gemessenen Widerstandswerte W_s und W_{Cu} gerechneten Thermokräfte für die einzelnen Elemente eingetragen; darunter stehen die jeweils gemessenen Werte.

Tabelle 2.

Element	1		3	4	5	6
Thermokraft, gerechnet	2·59	4·80	6·05	6·46	4·80	9·00
Thermokraft, gemessen ..	2·60	4·36	5·87	6·22	6·25	9·60

Element		8	9	10	11	12
Thermokraft, gerechnet	9·90	11·2	14·1	13·8	14·7	20·0
Thermokraft, gemessen	9·69	9·40	12·9	13·3	12·7	20·2

Wie die Tabelle zeigt, ist die Übereinstimmung zwischen den gerechneten Werten und den gemessenen gut, was man auch aus dem folgenden Diagramm ersehen kann. In diesem sind auf der Abszisse die $\frac{W_s}{W_{Cu}}$-Werte, auf der Ordinate die Thermokräfte aufgetragen. Die eingetragene Gerade gibt die durch die Gleichung (1) definierten Werte an.

Auf Grund dieses Ergebnisses kann man sich die Wirkung eines Thermoelements der besprochenen Art so vorstellen, daß zwischen den Punkten A und B (Fig. 1) an den Enden des Kupferüberzuges zwar die volle Thermokraft des normalen Elements auftritt; die Konstantanseele wirkt jedoch als Nebenschluß,

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

so daß die Thermokraft, die das Element tatsächlich liefert, gemäß Gleichung (1) geringer ist.

Die Experimentaluntersuchung ergibt also, daß Thermoelemente aus Drähten, die teilweise mit fremdem Metall überzogen sind, aufzufassen sind als Elemente, die einen fixen Nebenschluß

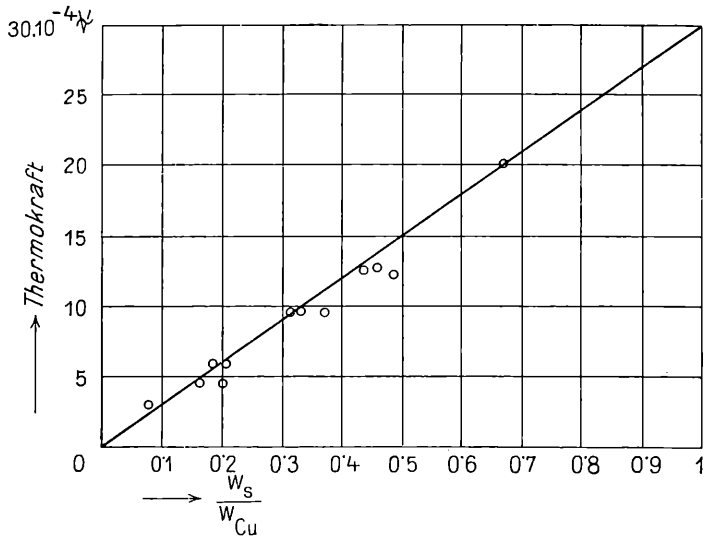

Fig. 3.

haben, so daß die verfügbare Klemmspannung abhängig ist von der Größe des Nebenschlußwiderstandes. Die unter dieser Voraussetzung abgeleitete Beziehung steht, wie die Zusammenstellung der theoretisch gerechneten und der beobachteten Werte zeigt, mit der Erfahrung in guter Übereinstimmung.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Jahr/Year: 1928

Band/Volume: 137_2a

Autor(en)/Author(s): Kohaut Artur

Artikel/Article: Über Thermokräfte an Drähten, die teilweise mit fremdem Metall überzogen sind. 463-467