

Abhängigkeit der Voltaspannung von dem Spannungszustand einer Metalloberfläche¹⁾.

Von G. Mönch in Erlangen.

Versucht wird, eine Änderung der Austrittsarbeit durch Änderung des Spannungszustandes einer Metalloberfläche zu erzielen. Die Differenz der Austrittsarbeit zwischen ungespannter und gespannter Oberfläche wird durch den Unterschied der Voltaspannungen gemessen. Er ist für eine Nickeloberfläche, die durch Biegung eine Dehnung von etwa 1 % erfährt, hier nicht beobachtbar, also sicher kleiner als $5 \cdot 10^{-3}$ Volt.

Der Ausgangspunkt der Untersuchung war der Gedanke, den Aufbau der Oberfläche eines Metalles durch gewaltsame Änderung ihres Spannungszustandes zu beeinflussen und diese durch Voltaspannungsmessungen zu verfolgen. Es ist z. B. möglich, ein Nickelblech von 0,8 mm Stärke ohne Überschreitung der Elastizitätsgrenze zu einem Zylinder mit dem Radius $r = 4$ cm zu biegen. Die Dehnung an der Oberfläche beträgt etwa 1%. Gleichzeitig erfolgt eine Zusammenziehung in der Querrichtung, die als etwa 40 % der Änderung in der Längsrichtung angesetzt werden soll. Ist der Gitterabstand der Atome an der Oberfläche zuerst d , nach der Dehnung d_l und d_q für Längs- und Querrichtung, dann verhält sich die Zahl der Gitterionen pro cm^2 in der elastischen Dehnung zu der vor der Dehnung wie

$$\sqrt{\frac{d_l \cdot d_q}{d^2}} = \sqrt{\frac{(d + 0,01 d)(d - 0,004 d)}{d^2}} = 1,003.$$

Die Dehnung beträgt im Mittel etwa 3‰.

1) Erlanger Habilitationsschrift, 6. Teil. Teil 1 und 2 erschienen in den Erlanger Ber. 3, 4 und 5 in der ZS. f. Phys. 1934.

Angenommen, die Austrittsarbeit betrage 4 Volt, dann wäre, Proportionalität der Austrittsarbeit mit $1/d$ vorausgesetzt, eine Änderung von 3‰ die Spannung 0,012 Volt, die mit Leichtigkeit nachweisbar wäre.

Wenn auch eine derartige Rechnung mehr oder weniger fragwürdig ist, so erschien der Versuch, eine Abhängigkeit der Voltaspannung von dem Spannungszustand der Oberfläche festzustellen, durchaus lohnend.

Versuchsmaterial: Als Versuchsstoff wurde abgesandetes Nickel genommen. Die Dicke des Nickelbleches betrug 0,8 mm, der Krümmungsradius nach der Biegung 4 cm.

Apparatur: In einem Rohr mit Schliff waren mit der Glaswand fest verschmolzen zwei Röhren angebracht, in die eine Biegevorrichtung (Fig. 3) fest eingesteckt werden konnte. Diese Vorrichtung bestand aus einem in seiner Lage festen und einem durch die Schraube Sch beweglichen (in der Figur 3 schraffierten) Teil. Die Schraube konnte durch den Knebel Kn von außen gedreht werden, wodurch das biegbare Blech B über die Form F gebogen wurde.

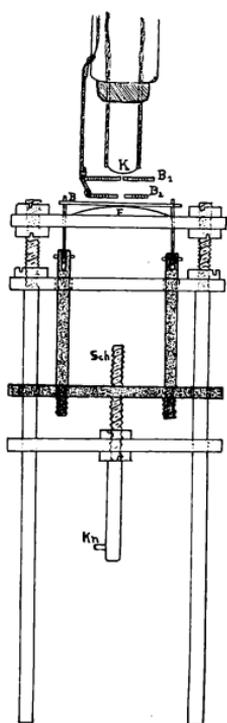


Fig. 3. Anordnung zur Biegung eines Bleches B über die Form F im Vakuum mit Hilfe der Schraube Sch und des Knebels Kn.

Meßmethode: Vor und nach der Biegung wird die Kennlinie des von K ausgehenden Elektronenstromes aufgenommen und ihre Lage gegeneinander verglichen. Fallen beide Kurven nicht zusammen, so ist ihre Entfernung längs der Abszisse (Spannungsachse) die Änderung der Voltaspannung.

B_1 und B_2 sind Blenden, die ein möglichst punktförmiges Stück des Glühfadens ausblenden. B_1 hat eine schlitzförmige, B_2 eine kreisförmige Öffnung, die nur Elektronen auf das biegbare Anodenblech kommen läßt.

Ergebnisse: Die Tabelle enthält die Ergebnisse des Versuches mit dem Nickelblech. Die maximalen Änderungen betragen $\pm 4 \cdot 10^{-3}$ Volt. Werden diese Schwankungen als Grenze der Meßgenauigkeit aufgefaßt, so würde die tatsächliche Änderung

der Austrittsarbeit bei Dehnung, falls überhaupt vorhanden, sicher unter $4 \cdot 10^{-3}$ Volt liegen.

Tabelle.

Messung	$\Delta\varphi \cdot 10^3$	
1	+ 0,6	$\Delta\varphi$: Differenz der Voltaspannung in Volt, gemessen an gebogener und entspannter Anode. Das Minuszeichen bedeutet, daß die Anode nach der Biegung negativer, die Elektronen abstoßender geworden ist.
2	— 4,0	
3	— 0,3	
4	+ 4,0	
5	+ 0,4	
6	+ 0,4	

Wertung der Ergebnisse und Folgerungen.

Von den in den Teilen 1 bis 6 aufgeführten Ergebnissen ist die Feststellung einer reproduzierbaren Änderung der Voltaspannung am Kupferoxydul (Teil 4 und 5) die wichtigste. Dazu muß man sich erinnern, daß noch vor weniger als 10 Jahren in Lehrbüchern der Physik auf Grund experimenteller Ergebnisse das Auftreten von Voltaspannungen zwischen „sauberen“ Oberflächen ernstlich in Frage gestellt wurde. Schottky wies 1928 in seinem Handbuchartikel auf die Unsinnigkeit dieser Behauptung hin. Solange verschiedene Größen der Austrittsarbeiten gemessen würden, wäre vom theoretischen Standpunkt aus auch an der Existenz von Voltaspannungen nicht zu zweifeln. War demnach 1928 noch nicht einmal eine experimentelle Klärung über die ungefähre Größe der Voltaspannungen gebracht, so konnte nicht im Entferntesten an die Aufnahme einer reproduzierbaren Temperaturabhängigkeit gedacht werden. Die Entwicklung der nächsten Jahre ergab nur die unbefriedigende Feststellung von dem außerordentlich schwankenden Verhalten der Voltaspannungen. Durch Glühen der Metalle im Vakuum und anschließende Gasbeladung ihrer Oberflächen konnten Änderungen der Voltaspannungen bis 1 Volt erzielt werden. Es schien so, als ob die Messungen von Voltaspannungen infolge der unbestimmbaren Oberflächenbeschaffenheiten ungeeignet seien, das Verstehen des elektrischen Verhaltens der

Grenzschichten zu fördern. Selbst die neueren Messungen können den bisherigen Eindruck nicht verwischen, daß mit dem herkömmlichen Vorgehen und Beschränkung auf Metalle keine grundlegend anderen Ergebnisse als bisher zu erhoffen sind. Neueren theoretischen Beziehungen und physikalischen Hilfsmitteln wie etwa der Verwendung langsamer Elektronen für Interferenzaufnahmen wird u. U. die weitere Klärung vorbehalten sein.

Nun ist es der Erfolg der vorhergehenden Untersuchungen (Teil 4 und 5), gezeigt zu haben, daß die Messung von Voltaspannungen an Halbleitern im Gegensatz zu der an Metallen zweifellos vielversprechend ist. Sie läßt eine reproduzierbare Änderung der Voltaspannung an Cu_2O mit der Temperatur beobachten und deutet auf einen Zusammenhang mit der Elektronenkonzentration hin. Diese Verknüpfung müssen weitere Versuche mit gleichzeitiger Bestimmung der weiter oben als n_0 und V bezeichneten Größen, die in unserem vereinfachten Bilde neben der Temperatur die Zahl der Elektronen pro cm^3 bestimmen, aufdecken. Weiterhin sind noch andere elektronisch leitende Halbleiter zur Ausmessung heranzuziehen.

Aus den bisherigen Ergebnissen erwachsen neue, eng umrissene und nach den letzten Erfahrungen unschwer lösbare Aufgaben; und gerade in dieser Entwicklungsmöglichkeit der Untersuchungen an Halbleitern kommt der hier erreichte Fortschritt am besten zum Ausdruck.

Wie die Elektroneninterferenzen an Metallen den Zusammenhang Austrittsarbeit und Gitterpotential zu festigen versprechen, so geben die bisherigen Verfahren der Voltaspannungsmessung auf Halbleiter angewandt, begründete Aussichten auf eine experimentelle Klärung des Zusammenhanges von Austrittsarbeit und temperaturbedingter Elektronenkonzentration.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Physikalisch-Medizinischen Sozietät zu Erlangen](#)

Jahr/Year: 1933-1934

Band/Volume: [65-66](#)

Autor(en)/Author(s): Mönch G.

Artikel/Article: [Abhängigkeit der Voltaspannung von dem Spannungszustand einer Metalloberfläche 211-214](#)