legung gewisser e äussert sich eben die spezifische Anziehung des Metalls A gegen diese e -Theilchen. Geht nun Q von A nach B hinüber, so werden im allgemeinen gewisse e , die in A frei waren, in B festgelegt sein, oder umgekehrt, und zugleich wird das Virial der freien e in B möglicher Weise ein anderes sein, als in A . Daraus ergibt sich, dass die actuelle thermische Energie des Quantum Q im allgemeinen verändert wird, wenn Q von A zu B übergeht; dieser Aenderung entspricht die Arbeit $Q(c_a - c_b)$. Diese Arbeit wird so ist die Theorie von jedem inneren Widerspruch befreit. von den Kräften geleistet, welche die Festlegung ausführen. Die Grössen $J(c_a - c_b)$ der Stromtheorie sind also in der That Arbeiten derjenigen specifischen Anziehungskräfte, mit welchen die Metalle auf die Electricitäten wirken.“

Die vorstehenden Schlüsse können aber zur Zeit nicht mit Sicherheit verwendet werden, weil, wie ein Blick auf die Geschichte des Volta'schen Versuchs zeigt, die Voraussetzung nicht erfüllt ist, dass wir den wahren Werth der Potentialdifferenz $\varphi_a - \varphi_b$ für irgend ein Metallpaar mit Sicherheit kennen.¹⁾ Der in Anführungszeichen gesetzte Passus besitzt also nur bedingte Giltigkeit; unter „wahrer Potentialdifferenz“ A/B ist wahrscheinlich etwas anderes zu verstehen, als die unsichere Grösse, die wir heutzutage Volta'sche Differenz nennen. Wenn jene wahre Potentialdifferenz einmal fest bestimmt ist, dann werden auch die obigen Schlüsse festere Gestalt gewinnen.

X. Ueber ein auf die Contacttheorie bezüglicher Experiment Exner's; von W. von Uljanin.

Im Jahre 1882 ist die Beschreibung eines Versuches von Exner²⁾ erschienen, durch welchen er besser als durch alle vorhergehenden, die Unhaltbarkeit der Contacttheorie

1) Vgl. insbesondere Brown, Nat. 35. p. 142. 1886.

2) F. Exner, Wien. Ber. 86. p. 551. 1882.

beweisen zu können glaubt. Die Contacttheorie nimmt an, dass ein Metall durch eine Gas- oder Wasserleitung zur Erde abgeleitet auf einem bestimmten, ihm eigenen Potential sich befinde (Exner nennt dasselbe das „natürliche“ Potential des Metalles), also auch eine seiner Capacität proportionale Ladung habe. Wenn man nun das Metall, nachdem es zur Erde abgeleitet war, isolirt und dann seine Capacität ändert, so ändert sich auch dessen Potential; diese Aenderung lässt sich am Electrometer erkennen. — Exner nahm zunächst ein Stanniolblatt und änderte dessen Capacität dadurch, dass er dasselbe zusammenrollte. Er konnte aber keine Aenderung des Potentials wahrnehmen. Um auch andere Metalle untersuchen zu können, welche sich nicht ohne Reibung aufrollen lassen, verfuhr er folgendermassen. Eine Metallplatte war mit der Erde verbunden und mit einem Gehäuse aus demselben Metalle umgeben, das ebenfalls zur Erde abgeleitet war. Isolirt man die Metallplatte und verbindet sie mit dem Electrometer, so muss das Electrometer in Ruhe bleiben, sobald man aber das Gehäuse entfernt, muss infolge der Aenderung der Capacität der Metallplatte ein Ausschlag entstehen. Hr. Exner machte diesen Versuch mit Stanniol und mit Kupfer. Das Gehäuse war 45 cm hoch und 20 cm breit und tief. Das Electrometer (Mascart'sches) blieb vollständig ruhig. Daraus schliesst Hr. Exner, dass ein zur Erde abgeleitetes Metall keine Ladung habe, und somit die Contacttheorie falsch sei.

Dies wäre auch der Fall, wenn es sich wirklich so verhielte, wie Hr. Exner angibt. Jedenfalls ist sein Resultat so auffallend, dass ich auf Anrathen des Hrn. Prof. Kundt es unternahm, dieselben Versuche zu wiederholen.

Ich benutzte vorerst eine kleine, runde Messingplatte von 19 cm Durchmesser, umgeben von einem aus zwei Hälften bestehenden Messinggehäuse. Beide waren durch angelöthete Drähte mit der Gasleitung verbunden; durch eine Wippe liess sich die Messingplatte von der Erde abtrennen und mit einem Thomson'schen Quadrantelectrometer verbinden. Beim Umlegen der Wippe blieb das Electrometer

ruhig, sobald aber das Gehäuse entfernt wurde, gab das Electrometer 6—7 Scalentheile Ausschlag. Wurde umgekehrt die Metallplatte ohne das Gehäuse von der Erde abgetrennt, mit dem Electrometer verbunden und dann mit dem Gehäuse umgeben, so trat ein Ausschlag nach der entgegengesetzten Seite ein.

Um grössere, gut messbare Ausschläge zu bekommen, benutzte ich einen Zinkcylinder von 58 cm Höhe und 36 cm Durchmesser, über den ein zweiter, etwas grösserer Cylinder von demselben Metalle gestülpt werden konnte; derselbe hatte eine Höhe von 62 cm und einen Durchmesser von 40 cm, sodass zwischen beiden Cylindern überall ein Abstand von 2 cm war. Der äussere Cylinder hing an einer Schnur, die über zwei Rollen ging, und konnte über den inneren herunter gelassen und hinauf gezogen werden, der innere stand isolirt auf Schellackfüssen. Bei dieser Anordnung bekam ich beim Aufdecken des inneren Cylinders einen Ausschlag von 40—60 Scalentheilen, beim Zudecken einen solchen von nur 10—15.

Es lässt sich auch leicht einsehen, dass nach der Contacttheorie in der That der Ausschlag im ersten Falle grösser sein muss, als im zweiten.

I. Es sei, wenn erstens der innere Cylinder und die Quadranten mit der Erde verbunden sind:

	Pot. d. Umgebung, welche von Ein- fluss auf die Ladung ist	Pot.	Cap.	Ladung	Ganze Ladung auf d. Cylinder u. d. Electrom.
Innerer Cylinder	$P^1)$	P	C	0	$(p - \alpha u - \beta v)c$
Quadrante des Electrometers	$u^2), v^3)$	p	c	$(p - \alpha u - \beta v)c$	

Ferner ist, wenn zweitens der innere Cylinder und die Quadranten isolirt miteinander verbunden sind und der äussere Cylinder entfernt ist:

1) Potential des mit der Erde verbundenen äusseren Cylinders aus dem gleichen Metalle wie der innere.

2) Potential der Electrometernadel.

3) Potential der die Quadranten umgebenden Theile des Electrometers.

	Pot. der Umgebung	Pot.	Cap.	Ladung	Ganze Ladung
Innerer Cylinder	V ¹⁾	$x + P - p$	C'	$(x + P - p - V)C'$	$\left\{ \begin{array}{l} (x + P - p - V)C' \\ + (x - \alpha u - \beta v)c \end{array} \right.$
Quadr. d. Electrom.	u, v	x	c	$(x - \alpha u - \beta v)c$	

Nun ist aber vor und nach dem Entfernen des äusseren Cylinders die ganze Ladung (auf dem inneren Cylinder und den Quadranten) dieselbe; man hat demnach die Gleichung:

$$(x + P - p - V)C' + (x - \alpha u - \beta v)c = (p - \alpha u - \beta v)c,$$

daraus das Potential der Quadranten, nachdem das Gehäuse entfernt worden:

$$x = \frac{pc + pC' - (P - V)C'}{C' + c},$$

und die Potentialdifferenz zwischen den zwei Quadrantenpaaren, welcher der Ausschlag proportional ist, beträgt:

$$(I) \quad p - x = \frac{C'}{C' + c} (P - V).$$

II. Bei dem umgekehrten Verfahren, wenn der innere Cylinder ohne Gehäuse, nachdem er zur Erde abgeleitet war, isolirt mit dem Electrometer verbunden und dann erst mit dem Gehäuse umgeben wird, hat man bei gleicher Bezeichnung wie vorhin, erstens wenn der innere Cylinder ohne Gehäuse und die Quadranten mit der Erde verbunden sind, und zweitens wenn der innere Cylinder isolirt mit den Quadranten verbunden und mit dem äusseren bedeckt ist:

	Pot. der Umgebung	Pot.	Cap.	Ladung	Ganze Ladung
1) { Innerer Cy- linder	V	P	C'	$(P - V) C'$	$\left. \begin{array}{l} (P - V) C' \\ + (p - \alpha u - \beta v) c \end{array} \right\}$
Quadranten	u, v	p	c	$(p - \alpha u - \beta v) c$	
2) { Innerer Cy- linder	P	$y + P - p$	C	$(y - p) C$	$\left. \begin{array}{l} (y - p) C \\ + (y - \alpha u - \beta v) c \end{array} \right\}$
Quadranten	u, v	y	c	$(y - \alpha u - \beta v) c$	

und man hat auch jetzt die Gleichung:

$$(P - V)C' + (p - \alpha u - \beta v)c = (y - p)C + (y - \alpha u - \beta v)c,$$

daraus:

1) Mittleres Potential der umgebenden Wände, Boden etc.

$$y = \frac{(P - V) C' + p c + p C}{C + c},$$

und die Potentialdifferenz ist:

$$(II) \quad p - y = - \frac{C'}{C + c} (P - V).$$

Da nun $C > C'$ ist, d. h. die Capacität des Cylinders grösser ist, wenn er vom Gehäuse umgeben, als wenn dasselbe entfernt ist, so ist $(p - x) > (p - y)$, und der Ausschlag muss im ersten Falle grösser sein, als im zweiten.

Die Ausschläge waren zu verschiedenen Zeiten ihrer Grösse nach verschieden, weil das Potential beider Cylinder infolge der Aenderung ihrer Oberflächen, sowie dasjenige der umgebenden Wände sich änderte. Ausschläge waren aber immer vorhanden, und zwar beim Heraufziehen des Gehäuses immer entgegengesetzten Sinnes als beim Hinunterlassen desselben. Sogar mit der oben erwähnten kleinen Messingplatte waren die Ausschläge ganz deutlich zu erkennen.

Und so scheint mir dieser Versuch nicht nur keinen Beweis gegen die Contacttheorie, sondern sogar einen sehr schönen für die Richtigkeit derselben zu liefern.

Ferner versuchte ich, auf diese Weise die Potentialdifferenz $Zn|Cu$ zu messen. Dazu stellte ich um den Zinkcylinder und das Zinkgehäuse einen grossen kupfernen Cylinder von 1 m 30 cm Höhe und 64 cm Durchmesser isolirt auf. Derselbe wurde derart mit der Erde verbunden, dass es möglich war, einen beliebigen Bruchtheil eines Daniell-elementes dazwischen einzuschalten. Dieser Bruchtheil wurde so gewählt, dass beim Heraufziehen des Zinkgehäuses kein Ausschlag am Electrometer stattfand; dann war der Kupfercylinder auf das Potential des Zinks gebracht, und der angewandte Bruchtheil des Daniellelementes ist gleich der Potentialdifferenz $Zn|Cu$. Die so erhaltenen Werthe wurden aber alle viel zu klein, ungefähr gleich 0,4 Daniell, offenbar weil die Metalle an ihrer Oberfläche mit einer ziemlich starken Oxydschicht bedeckt waren. Nachdem der Kupfercylinder mit verdünnter Säure abgerieben worden war, änderte sich der Werth $Zn|Cu$, und zwar wurde er noch

kleiner. Es ist wahrscheinlich, dass man mit kleineren Oberflächen, welche sich leichter blank erhalten lassen, nach dieser Methode brauchbare Resultate erzielen kann.

Da inzwischen eine Arbeit von Hallwachs¹⁾ erschienen ist, in welcher er eine Methode zur Bestimmung der Contactpotentialdifferenz ohne Condensator angibt, welche sicherlich die eben hier besprochene an Genauigkeit übertrifft, da sie nur kleine metallische Oberflächen verlangt, wird die Fortsetzung dieser Versuche wohl überflüssig sein.

Phys. Inst. der Univ. Strassburg, Juli 1886.

**XI. Nachtrag zu der Abhandlung über
„Gefrierpunkt und Dampfspannung“²⁾;
von Robert von Helmholtz.**

Während des Druckes obigen Aufsatzes haben die Herren Ramsay und Young im Januarheft der „Physical Society of London“ eine Entgegnung auf die Fischer'sche Arbeit erscheinen lassen. In derselben werden ebenfalls die sich aus letzterer für das Benzol ergebenden Folgerungen bezweifelt, und ihre Unrichtigkeit theils durch Berechnung anderer Interpolationsformeln, theils durch neue Versuche direct bewiesen, sodass meine am Schluss des Abschnitts III ausgesprochene Vermuthung wörtlich bestätigt wird. — In demselben Aufsatz wenden die Herren Ramsay und Young abermals ihre falsche theoretische Formel zur Berechnung der Dampfspannung der festen Substanz an, sind sich aber dieses mal der Ungenauigkeit ihrer Voraussetzungen bewusst, schliessen also: „Still, for some degrees below the melting-point, the error involved in these assumptions is probably not very great.“ Wie gross er ist, glaube ich genügend gezeigt zu haben.

Berlin, den 21. Februar 1887.

---

1) Hallwachs, Wied. Ann. **29**. p. 1. 1886.

2) Siehe diesen Band p. 401.