

III.

*Ueber die durch Berührung ungleichartiger und
gleichartiger Metalle erregten Electricitäten;*

von den

Professoren GUSTAV BISCHOF u. VON MÜNCHOW zu Bonn *).

Die neuen interessanten Entdeckungen Seebeck's, v. Yelin's, Oersted's und Fourier's **), und Becquerel's ***), über den durch Temperatur-Unterschied, selbst an einem und demselben Metalle hervorgerufenen Electro-Magnetismus, veranlassen uns, einige allgemeine Resultate aus unsern, übrigens noch nicht vollendeten, Untersuchungen über die durch Berührung sowohl *gleichartiger* als *ungleichartiger* Metalle erregten Electricitäten, hier zur öffentlichen Kenntniß zu bringen.

Wir ließen zur Anstellung von Volta's Fundamentalversuch von dem Hofmechanikus Baumann in Stuttgart, für das hiesige chemische Laboratorium und physikalische Cabinet, zwei Kupferplatten, zwei Zinkplatten und

*) Die Leser der Annalen sind schon im Bd. 75. S. 430 von dem verstorb. Prof. Gilbert auf diese Arbeit der HH. Prof. Bischof und v. Münchow aufmerksam gemacht worden. P.

**) Sur quelques nouvelles Expériences thermo-électriques, in den Annal. de chim. et de phys. T. XXII. p. 375.

***) Du Développement de l'électricité par le contact de deux portions d'un même métal etc. ebendaf. T. XXIII. p. 135.

eben so viel Messingplatten verfertigen. Jede dieser Platten hatte 8 par. Zoll Durchmesser und konnte auf ein isolirendes Gestell oder an einen gläsernen Handgriff geschraubt werden. Sie waren alle äußerst sorgfältig an einander abgeschliffen und mit Mastixfirniß auf der Berührungsfläche überzogen.

Eben als wir beschäftigt waren, mit diesen Platten Volta's Fundamentalversuch anzustellen, (es geschah dies schon im Herbst 1822) brachten wir auch ein Mal zufällig, Platten von einerlei Metall mit einander in Berührung, und zu unserer Verwunderung zeigte sich eine fast eben so starke Electricitäts-Erregung, als wie zwischen heterogenen Metallen. Diese Bemerkung veranlaßte uns zu einer Reihe von Versuchen, aus denen wir, so wie sie jetzt stehen, noch keine bestimmten Gesetze ableiten konnten. Nichts desto weniger theilen wir einige allgemeine Resultate mit, weil es uns gerade jetzt von besonderem Interesse zu seyn scheint, zu zeigen, daß eben so wie durch ungleiche Erwärmung in einem und demselben Metall eine electriche Strömung hervorgerufen werden könne, welche auf die Magnetnadel wirkt, auch zwischen zwei sich berührenden Metallplatten, deren Berührungsfläche mit Harzfirniß überzogen ist, eine solche Electricitäts-Spannung eintritt, daß dadurch empfindliche Electrometer ohne Condensation sehr merklich afficirt werden können.

Unsere Versuche, welche wir sehr vervielfältigt haben, stellten wir auf folgende Weise an. Eine der beiden Platten, welche mit einander in Berührung gebracht werden sollten, wurde auf die isolirende Glas Säule aufgeschraubt, die andere an den gläsernen

Handgriff. Zeigte eine von ihnen eine electrische Ladung, welches sehr häufig der Fall war, wenn sie kurz vorher mit andern Platten, oder auch nur mit dem Tisch in Berührung waren, so wurde sie so lange mit einem wollenen Tuche sanft berührt, und dadurch entladen, bis auch nicht die mindeste Wirkung auf das Elektrometer mehr zu bemerken war. Hierauf legten wir sie so sorgfältig wie möglich auf einander, damit alle Reibung verhütet werden möchte, brachten die entgegengesetzten Metallflächen mit den beiden Fingern der Hand in leitende Verbindung, hoben alsdann die obere Platte isolirt auf, und prüften die elektrishe Ladung einer jeden für sich, an zwei nebenstehenden Elektrometern.

Die Elektrometer, welche wir hiezu gebrauchten, waren die bekannten vortreflichen Behren'schen, von Prof. von Bohnenberger verbesserten, Elektrometer. Um die volle Wirkung der beiden sich berührenden Metalle auf das Elektrometer zu erhalten, stellte bei jedem einzelnen Versuch Einer von uns mit einem gewöhnlichen, mit einem gläsernen Handgriff versehenen Auslader, eine leitende Verbindung zwischen der untern Platte und dem Knopfe des Electrometers her, oder wir zogen auch eine messingene Kette herüber; eben so verfahren wir mit der obern Platte und einem zweiten gleich empfindlichen Elektrometer; in welchem letzteren Falle übrigens die Drahtverbindung stets eine bequemere Anwendung gewährte. Damit jedes der beiden Elektrometer genau beobachtet, und zugleich die obere Platte mit besonderer Sorgfalt abgehoben werden konnte, so war noch ein Gehülfe nöthig, welchen wir in der Person des Hrn.

Stud. Förstmann fanden, der mit lobenswerthem Eifer uns bei diesen Versuchen unterstützte. Auf diese Weise konnte jede, bei solchen feinen Versuchen so leicht mögliche, Täuschung vermieden werden. Ueber die Bewegung der Goldblättchen in beiden Elektrometern, und folglich über die Art der elektrischen Ladung beider Metallplatten, waren wir nie im mindesten Zweifel: Während, wie wir vorhin erwähnt haben, der Eine von uns die obere Platte abhob, beobachteten die beiden andern, jeder für sich, ihre Elektrometer, und so fanden sie stets die ganz entschieden entgegengesetzt elektrische Ladung. Jeder Versuch wurde drei Mal und manchmal noch öfter mit stets gleichbleibendem Erfolg angestellt.

Der Kürze wegen bezeichnen wir mit

- K die eine Kupferplatte
- K' die andere Kupferplatte
- M die eine Messingplatte
- M' die andere Messingplatte
- Z die eine Zinkplatte
- Z' die andere Zinkplatte.

Es folgt nun hier *eine* Reihe unserer Versuche, in welcher jede Platte mit jeder andern combinirt worden ist.

- 1) $Z' + E$ bis zum Anschlagen des Goldblättchen
 $Z - E$ sehr schwach
- 2) $Z' - E$ nicht sehr stark
 $M' + E$ sehr schwach
- 3) $Z' - E$ bis zum Anschlagen
 $M + E$ ziemlich stark

- 4) $\left. \begin{array}{l} Z' - E \\ K' + E \end{array} \right\} \text{ desgleichen}$
 - 5) $Z' - E$ schwach
 $K + E$ schwach
 - 6) $Z - E$ das erste Mal zeigte sich nichts; das zweite und dritte
Mal so gut als nichts, das vierte Mal schwach
 $Z' + E$ sehr stark beinahe bis zum Anschlagen, und auch bei
zweimaliger Wiederholung
 - 7) $\left. \begin{array}{l} Z - E \text{ sehr schwach} \\ M' + E \text{ sehr stark} \end{array} \right\} \text{ verwechelte man die Electrometer so} \\ \text{verhielt sichs eben so}$
 - 8) $Z - E$ fast bis zum Anschlagen
 $M + E$ bis zum Anschlagen
 - 9) $Z - E$ schwach
 $K' + E$ sehr stark bis zum Anschlagen
 - 10) $Z - E$ schwach
 $K + E$ stark bis zum Anschlagen.
-
- 11) $M' + E$ sehr schwach
 $Z' - E$ sehr schwach
 - 12) $M' + E$ sehr stark bis zum Anschlagen
 $Z - E$ desgleichen
 - 13) $M' - E$ stark bis zum Anschlagen
 $M + E$ sehr mäßig
 - 14) $M' - E$ stark bis zum Anschlagen
 $K' + E$ sehr mäßig
 - 15) $M' - E$ äußerst schwach
 $K + E$ desgleichen.
-
- 16) $M + E$ ziemlich stark
 $Z' - E$ stark bis zum Anschlagen
 - 17) $M + E$ sehr stark bis zum Anschlagen
 $Z - E$ sehr stark bis zum mehrmaligen Anschlagen

- 18) $M + E$ sehr mäßig
 $M' - E$ desgleichen
- 19) $M - E$ 1) nichts, 2) sehr schwach, 3) nichts
 $K' + E$ 1) sehr schwach, kaum bemerklich, 2) nichts, 3) nichts
- 20) $M + E$ sehr schwach
 $K - E$ desgleichen
-
- 21) $K' - E$ äußerst schwach
 $Z' + E$ kaum merklich
- 22) $K' + E$ mäßig stark
 $Z - E$ desgleichen
- 23) $K' + E$ mäßig stark
 $M' - E$ desgleichen
- 24) $K' + E$ äußerst schwach, kaum merkbar
 $M - E$ desgleichen
- 25) $K' + E$ äußerst schwach
 $K - E$ desgleichen.
-
- 26) $K + E$ sehr schwach
 $Z' - E$ desgleichen
- 27) $K + E$ ziemlich stark
 $Z - E$ desgleichen bis zum Anschlagen
- 28) $K + E$ äußerst schwach, kaum merkbar
 $M' - E$ desgleichen
- 29) $K - E$ sehr schwach
 $M + E$ desgleichen
- 30) $K - E$ ziemlich merklich
 $K' + E$ äußerst schwach aber deutlich.

Dieselbe Reihe von Versuchen haben wir schon früher, aber in andern Ordnungen, vorgenommen. Vergleichen wir diese Resultate mit denen einer un-

gefähr 5 Wochen früher angestellten Versuchsreihe, so finden wir zwar bei den meisten eine vollkommene Uebereinstimmung, bei einigen andern zeigte sich aber ein entgegengesetzt elektrisches Verhalten. Dies ist der Fall bei den Versuchen 2. 7. 11. 12. 19. 21. 24. 26.

Hiebei ist besonders merkwürdig, daß in Versuch 7 und 12 die Messingplatte M' sehr stark + elektrisch gegen die Zinkplatte Z sich zeigte, während sie in den früheren Versuchen ein entschieden negativ-elektrisches Verhalten gegen dieselbe Zinkplatte offenbarte; ferner daß in Versuch 21 die Kupferplatte K' in Berührung mit der Zinkplatte Z' eine äußerst schwache negative Ladung zeigte, während sie in der früheren Versuchsreihe gegen die nämliche Zinkplatte stark positiv-elektrisch war; und endlich, daß in Versuch 24 eben dieselbe Kupferplatte, welche gegen die Messingplatte M eine kaum merkbare positive Spannung zeigte, in der früheren Versuchsreihe eine sehr starke, bis zum Anschlagen des Goldblättchens gehende, negative Reaction zu erkennen gab. Was noch den Versuch 26 betrifft, so ist zu bemerken, daß bei der ersten Berührung, in der ersten Versuchsreihe, die Kupferplatte K sehr schwach negativ - elektrisch gegen die Zinkplatte Z' wurde; bei zweimaliger Wiederholung einige Zeit nachher zeigte sich durchaus gar keine elektrometrische Spannung; hierauf bei nochmaliger Wiederholung kehrten sich die Electricitäten um, und bei Anstellung der oben mitgetheilten Versuche behielten die beiden Platten diese Ladung bei: nämlich K schwach +E und Z' schwach — E. Hier ist nun ein Uebergang der anfänglichen

negativ-elektrischen Spannung der Kupferplatte durch den Indifferenzpunkt in die positiv-elektrische Spannung, und umgekehrt der Uebergang der anfänglich positiven Ladung der Zinkplatte durch den Indifferenzpunkt in die negative Ladung unverkennbar. So entschieden indess die Beobachtung ist, so wenig vermögen wir die Ursache dieser anomalen Erscheinung anzugeben.

In der obigen Versuchsreihe selbst, wo jede Combination zwei Mal vorkommt, ein Mal nämlich, wo bei der Berührung die eine Platte unten, die andere oben zu liegen kam, das zweite Mal in umgekehrter Ordnung, zeigen sich bei einer und derselben Platte solche entgegengesetzt elektrische Ladungen. So war in Versuch 4. Z' stark — E gegen K' ; dagegen in Verf. 21 kaum merklich + E. In Verf. 7 war Z sehr schwach — E gegen M' ; dagegen in Verf. 12 sehr stark bis zum Aufschlagen — E. In Verf. 13 zeigte M' starke — E gegen M ; dagegen in Verf. 18 schwache — E.

Uebrigens zeigten sich, wie man aus den obigen Versuchen ersieht, häufig zwischen zwei Platten desselben Metalls sehr starke electrometrische Spannungen, und obgleich sie bei den beiden Kupferplatten sehr schwach waren, so waren sie doch gerade nicht schwächer, als häufig zwischen zwei ungleichartigen Metallen.

Uebrigens folgt noch aus den oben mitgetheilten Versuchen, daß nur allein die Zinkplatte Z einen absolut negativ-elektrischen Charakter gegen alle übrige Metallplatten, und selbst gegen die andere Zinkplatte, Z' behauptete, während die übrigen Metalle stets ein

relativ-elektrisches Verhalten zeigten. Es zeigte nämlich in den 10 Combinationen jeder Metallplatte

Zinkplatte	<i>Z</i>	0	Mal positiv	10	Mal negativ
Zinkplatte	<i>Z'</i>	3	- -	7	- -
Messingplatte	<i>M</i>	8	- -	2	- -
Messingplatte	<i>M'</i>	4	- -	6	- -
Kupferplatte	<i>K</i>	6	- -	4	- -
Kupferplatte	<i>K'</i>	9	- -	1	- -

In der früheren Versuchsreihe zeigte in den 10 Combinationen jeder Metalle

Zinkplatte	<i>Z</i>	2	Mal positiv	8	Mal negativ
Zinkplatte	<i>Z'</i>	4	- -	6	- -
Messingplatte	<i>M</i>	10	- -	0	- -
Messingplatte	<i>M'</i>	0	- -	10	- -
Kupferplatte	<i>K</i>	7	- -	3	- -
Kupferplatte	<i>K'</i>	7	- -	3	- -

Hieraus ergibt sich uns (und dies scheint uns besonders merkwürdig) daß in dieser Reihe von Versuchen die eine Messingplatte *M* absolut positiv-elektrisch gegen alle übrige Metallplatten, und die andere Messingplatte *M'* absolut negativ-elektrisch gegen alle übrige Metallplatten sich verhielt. Verbinden wir beide Versuchsreihen mit einander, so treffen wir keine einzige Metallplatte an, welche ein constantes elektrisches Verhalten beibehielt.

Um wo möglich den Einfluß der auf den Platten befindlichen Harzschicht auf die elektrometrischen Wirkungen kennen zu lernen, wurde zunächst von den beiden Kupferplatten mittelst Alkohol der Lacküberzug abgewaschen. Als hierauf die beiden Kupferplatten in Berührung gebracht wurden, zeigten sie keine elektrische Ladung, oder es ließe sich doch

wenigstens nichts Entscheidendes wahrnehmen. Eben so wenig, als zwischen beiden Kupferplatten ein mit alkoholischer Mastixlösung getränktes und vollkommen getrocknetes feines Papier gelegt wurde. Nachdem mit diesen Kupferplatten noch mehrere Berührungsversuche vorgenommen worden waren, wovon einige der Vorzüglichsten im Folgenden noch mitgetheilt werden sollen, brachte man sie nochmals, ohne dazwischen gelegtes Mastixpapier, in Berührung, wobei sie dem Elektrometer folgende elektrische Ladungen, zwar äußerst schwach, aber doch noch merklich ohne Condensation (welche bei allen unsern Versuchen vermieden wurde) erteilten:

$$K + E$$

$$K' - E$$

also gerade entgegengesetzt den beiden oben angeführten Versuchen 25 und 30. Derselbe Versuch wiederholt, die Platte K unten liegend, gab ganz dieselben Resultate.

Wir combinirten nun die abgewaschene Kupferplatte K mit den übrigen Metallplatten, und fanden folgendes:

$$1) \quad K + E$$

$$M' - E$$

$$2) \quad K + E$$

$$M - E$$

$$3) \quad K + E$$

$$Z' - E$$

$$4) \quad K + E$$

$$Z - E$$

Die Versuche 1, 3 und 4 zeigen hier Uebereinstimmung mit den obigen Versuchen (15 und 28), (5 und 26) und (10 und 27); der Versuch 2 widerspricht aber den obigen (20 und 29). Jeden dieser vier Versuche wiederholten wir 4 bis 8 Mal mit vollkommen constanten Verhalten der Platten, und zwar mit der Abwechslung, daß die Platte, welche in dem einen Versuche oben gelegen hatte, im zweiten unten zu liegen kam u. s. f. Letzteres geschah besonders deshalb, weil in den früheren Versuchen die Wirkung der untern Platte auf das Elektrometer stets etwas stärker zu seyn schien, als die der oberen Platte. Dies schien sich auch bei diesen Versuchen zu bestätigen; allein wir möchten doch eher den Grund darin suchen, daß gewöhnlich die Kette, welche die obere Platte mit dem Knopfe des Elektrometers verband, beim Aufheben der Platte mit einem Glasstabe in der Mitte gehalten wurde, damit nicht das Electrometer erschüttert werden möchte; denn als wir die Kette nicht mit dem Glasstabe berührten, zeigte sich eine viel stärkere Wirkung der obern Platte auf das Electrometer. Es ist dies ein abermaliger Beweis, wie leicht die Contactelectricität durch Glasstäbe, wenigstens theilweise, abgeleitet werden kann, wie der Eine von uns (Gustav Bischof) schon bei einer andern Gelegenheit bemerkt hatte *).

Als wir endlich noch die abgewaschene Kupferplatte *K* mit den übrigen Metallplatten combinirten, verhielt sie sich ebenfalls wie die andern + elektrisch gegen alle, und dies stimmt auch mit den obi-

*) Schweigg. u. Mein. n. Journ. B. V. S. 269 u. f.

gen Versuchen bis auf Verf. 21 überein; denn K' verhielt sich gegen Z' zwar in Verf. 4 positiv, aber in Verf. 21 negativ.

Indem wir hier die vorzüglichsten Resultate aus unsern Versuchen mitgetheilt haben, müssen wir die gleich anfangs dieser Abhandlung gemachte Bemerkung, daß wir noch nicht im Stande sind, alle die von uns beobachteten Erscheinungen unter ein allgemeines Gesetz zu bringen, wiederholen. So viel gelte indess aus ihnen hervor:

1) Daß zwischen zwei gleichnamigen Metallen mit, und ohne dazwischen befindlichem Harzüberzug, bei ihrer Berührung eine am Electrometer, ohne Condensation hinlänglich merkliche Elektricitäts-erregung wahrgenommen werden kann; und daß folglich die Anwendung des Froschpräparats hiezu gar nicht erforderlich ist.

2) Daß eine und dieselbe Platte gegen eine andere, ein Mal positiv, ein anderes Mal negativ werden kann, daß aber die Bedingungen, unter welchen sich solche Verschiedenheiten zeigen, noch nicht erforscht sind. Endlich

3) daß zur Anstellung von Volta's Fundamentalversuch (nicht um eine condensatorische Wirkung hervorzubringen) mit Harzfirniß überzogene Platten sich weniger eignen, als Platten ohne Harzüberzug, indem die besondere Wirkung des Harzes auf die Qualität der erregten Elektricitäten einen noch nicht genau erforschten Einfluß hat.
