

nicht aus den unvermeidlichen nicht unbeträchtlichen Fehlerquellen des Versuches erklären liefsen.

Auffallend mufs es nur erscheinen, dafs die Werthe der Divergenz bei bewegtem rechtem Auge durchgehend höher sind, als bei bewegtem linkem Auge. Soll dieses auf eine individuelle unabhängigere Thätigkeitsbefähigung des rechten *m. rectus externus* hinweisen? und liegt nicht vielleicht gerade in der Möglichkeit des Vorhandenseyns eines solchen ein Hinweis darauf, dafs die Beschränkung der Synergie beider *m. recti externi* ihren Grund in mangelhafter Uebung des Zusammenwirkens finde?

---

#### V. Beobachtungen über die galvanische Polarisation von E. Edlund aus Upsala.

(Mitgetheilt vom Hrn. Verf. aus: »*Öfversigt af Kongl. Vetenskaps Akademiens Förhandlingar*« 1851 No. 1.)

---

Es ist bekannt, dafs, wenn ein galvanischer Strom durch eine Flüssigkeit hindurchgeht, die dadurch entstehende Polarisation nicht augenblicklich ihren grössten Werth erreicht, sondern dafs dazu, nach den verschiedenen Umständen, die hierauf Einflufs haben können, eine längere oder kürzere Zeit nöthig ist. Die Gröfse der Polarisation nimmt also mit der Zeit zu, während der Strom eingewirkt hat. Es ist jedoch schon mehrfach durch Versuche an den Tag gelegt, dafs die galvanische Polarisation einen nicht unbedeutenden Werth erreichen kann, wenn auch der Strom, wodurch die Polarisation hervorgerufen wird, von einer sehr kurzen Dauer ist. Diese Versuche sind alle so angestellt worden, dafs die Polarisation erst gemessen worden ist, nachdem der polarisirende Strom schon aufgehört hat. Da nun die Polarisation nach dem Aufhören des Stromes plötzlich abnimmt, so kann man wohl auf diese Weise keine wahre Vorstellung von der Gröfse der Pola-

risation während der kurzen Einwirkung des polarisirenden Stromes erhalten. Bei einigen über diesen Gegenstand ausgeführten Versuchen habe ich Gelegenheit gehabt, die Polarisation unter der momentanen Einwirkung des polarisirenden Stroms zu messen, und da die erhaltenen Resultate für die Kenntniß der Polarisation von einigem Interesse seyn können, werde ich dieselben hier mittheilen.

Bei diesen Untersuchungen wurde ein Magnetometer benutzt, dessen Magnethadel aus einem dicken Stahlstab besteht, der an einem langen Seidenfaden aufgehängt und mit einem Spiegel fest verbunden ist, wodurch die Bewegungen des Magnetstabes mittelst eines in einigem Abstände aufgestellten Fernrohrs mit Scale beobachtet werden können. Der Magnetstab ist von einer dicken Kupferhülse umgeben, welche eine so starke Dämpfung verursacht, daß wenn der Magnetstab in Bewegung gesetzt wird, derselbe nach einigen Schwingungen wieder in Ruhe kommt. Auf diese Hülse sind drei Lagen von übersponnenem Kupferdrahte aufgewunden und der Magnetstab mit dem Spiegel ist sorgfältig vor Luftströmungen geschützt.

Wenn man in den gedachten Drahtwindungen einen galvanischen Strom von so kurzer Dauer circuliren läßt, daß die Einwirkung auf den Magnetstab als ein Stoß betrachtet werden kann, so werden die dadurch verursachten Ausschläge sowohl von der Intensität des galvanischen Stromes, als auch von der Dauer desselben abhängig seyn. Wenn man also auf diese Weise zwei verschiedene Stromstärken mit einander vergleichen will, so muß man dafür sorgen, daß die gedachte Zeit genau gleich lang wird. Anstatt durch eine mechanische Vorrichtung dieser Forderung Genüge zu leisten, habe ich vorgezogen, die Versuche auf folgende Weise anzustellen.

Bekanntlich ist die Elektrizitätsmenge, die durch eine Variation in einem galvanischen Strom in einem nahe liegenden geschlossenen Leitung inducirt wird, dieser Variation proportional, aber unabhängig von der Zeit, in der diese Variation geschieht. Wenn man also schließt oder

öffnet einen galvanischen Strom von unveränderter Stärke, so wird die Einwirkung auf den Magnet von dem in einer nahe liegenden Leitung entstehenden Inductionsstromme immer die nämliche, wenn man blofs das Schliesen oder Oeffnen des Hauptstroms mit einer solchen Geschwindigkeit ausführt, dafs die Einwirkung der Elektricitätsmenge als ein Stofs betrachtet werden kann. Damit die durch die Wirkung des Inductionsstroms verursachten Ausschläge des Magnetstabs als ein Maafs des Hauptstromes angesehen werden können, braucht man also nicht dafür zu sorgen, dafs die Zeit, in welcher das Oeffnen oder Schliesen des Hauptstroms geschieht, bei den zu vergleichenden Versuchen genau dieselbe sey, sondern nur, dafs sie eine gewisse Gränze nicht übersteige, welches sehr leicht zu erreichen ist. Diefs ist die Methode, die bei den folgenden Versuchen angewandt worden ist. Da nun bei diesen Versuchen der polarisirende Strom blofs einen Augenblick geschlossen ist, und da beim Oeffnen ein Inductionsstrom im Nebendrahte entsteht, der mit dem beim Schliesen entstehenden von entgegengesetzter Richtung ist, so darf blofs der eine dieser Inductionsströme auf den Magnetstab einwirken, weil im entgegengesetzten Falle die zwei Stromwirkungen einander aufheben würden. Diefs ward durch folgende einfache Vorrichtung bewirkt.

In der Mitte eines viereckigen Holzbrettes (Fig. 2 Taf. II.) befindet sich eine drehbare Metallaxe *a*, an welcher ein Metallzeiger *b* festgelöthet ist. In diesem Metallzeiger sind drei Metallfedern *d*, *e*, *f* eingeschraubt, welche bei der Rotation des Metallzeigers, die im Holzbrette eingelassenen Metallscheibchen *g*, *h*, *i*, die von einander isolirt sind, genau berühren. Die Enden *h* und *i* liegen auf denselben geraden Linien, die von dem Mittelpunkt der drehbaren Axe ausgehen. Das eine Ende des Metallscheibchens *g* liegt innerhalb, das andere aufserhalb der Enden von den zwei übrigen Metallscheibchen *h* und *i*; *k*, *l*, *m* und *n* sind vier kleine Metallstifte, von welchen *k* mit *h*, *l* mit *i* und *m* mit *g* auf der unteren Seite des Brettes metallisch

verbunden sind. Auf dieselbe Weise steht auch  $n$  mit der Metallaxe  $a$  in Verbindung. In den Stiften  $k$  und  $l$  werden die Enden der Leitungsdrähte für die Inductionsströme und in  $m$  und  $n$  die Enden des Drahtes, wodurch der Hauptstrom geleitet wird, eingeschraubt. Um einen Inductionsstrom hervorzubringen, sind die beiden überspannenen Leitungsdrähte auf einer Rolle in mehreren Windungen parallel mit einander aufgewickelt. Die Leitungsbahn des Inductionsstroms wird mit den Windungen des Magnetometers verbunden.

Wenn der Metallzeiger in der Richtung des Pfeilers herangeführt wird, so wird die Leitungsbahn des Inductionsstroms geschlossen, sobald die Metallfedern  $e$  und  $f$  die Metallscheibchen  $h$  und  $i$  berühren, wogegen der Hauptstrom offen bleibt, bis die Enden der genannten Metallfedern an die Mitte von  $i$  und  $h$  kommen; aber in diesem Augenblicke kommt  $d$  in Berührung mit  $g$  und der Hauptstrom fängt an zu circuliren. In dem anderen Leitungsdrahte entsteht dadurch ein Inductionsstrom, der die Windungen des Magnetometers durchläuft und einen Ausschlag des Magnetstabes verursacht. Sobald die Metallfeder  $d$  an die Mitte von  $g$  gekommen ist, wird die Inductionsbahn geöffnet, weil  $e$  und  $f$  in diesem Augenblicke aufhören  $h$  und  $i$  zu berühren. Beim Oeffnen des Hauptstromes kann also kein Inductionsstrom gebildet werden. Der Metallzeiger wurde mit der Hand herangeführt, so daß die Winkelgeschwindigkeit ungefähr  $180^\circ$  in der Sekunde ausmachte, und bei allen Versuchen, so weit es möglich, gleich groß war. Die Länge des Metallscheibchens  $g$  war so groß, daß die beiden Leitungsbahnen bei der angegebenen Winkelgeschwindigkeit während  $\frac{1}{50}$  Sek. gemeinschaftlich geschlossen waren. Obgleich die beiden Strombahnen mittelst des Metallzeigers mit einander in Verbindung stehen, so bleiben doch der Inductions- und Hauptstrom immer von einander getrennt, weil die Bahnen bloß auf einer einzigen Stelle einander berühren. Dies wurde übrigens durch Versuche bestätigt.

Da bei allen Versuchen die Anschlagswinkel nicht  $\frac{1}{3}$  Grad überstiegen, konnte man statt Sinus und Tangente die Bögen setzen, und da überdies die Oscillationszeit für so kleine Winkel als constant betrachtet werden kann, so brauchte keine Correction für die Dämpfung angebracht zu werden, welche von der Oscillationszeit abhängig ist. Die Ausschlagswinkel oder die entsprechende Anzahl Scalentheile, welche mit dem Fernrohre beobachtet wurden, waren also den Stromstärken proportional. Dieß wurde übrigens dadurch bestätigt, daß, wenn das Verhältniß zwischen verschiedenen Stromstärken bestimmt wurde, die erhaltenen Resultate die nämlichen waren, man mochte die angeführte Methode oder eine gute Sinus-Busssole bei der Bestimmung anwenden.

Als Elektromotor wurden drei Daniell'sche Elemente angewandt. Nachdem die beschriebene Vorrichtung auf gehörige Weise mit den Strombahnen vereinigt worden war, so wurde die elektromotorische Kraft der Kette dadurch bestimmt, daß der Metallzeiger herungeführt und der von dem Inductionsstrom verursachte Ausschlag bestimmt wurde. Darnach wurde ein Leitungswiderstand, der bei allen Versuchen unverändert blieb, in die Leitungsbahn des Hauptstroms eingeschaltet, und der Ausschlag des Magnetstabes auf dieselbe Weise wie früher beobachtet. Bezeichnet man den Ausschlag bei dem geringeren Widerstande mit  $a$ , bei dem größeren mit  $a'$ , und den eingeschalteten Widerstand mit  $l$ , so wird bekanntlich die elektromotorische Kraft ( $k$ )  $= \frac{aa'}{a-a'} l$ .

Darauf wurde das Polarisationsgefäß in die Leitung des Hauptstroms eingeschaltet, und die elektromotorische Kraft der Kette, weniger die Polarisation, auf dieselbe Weise bestimmt, wie früher die der Kette allein. Schließlich wurde die elektromotorische Kraft der Kette noch einmal gemessen, und von der ersten und letzten Bestimmung das Medium genommen. Vor jeder Bestimmung der Polarisation wurden die Polarisationsplatten in Hinsicht ih-

rer Homogenität untersucht. Oft war es fast unmöglich dieselben vollkommen homogen zu machen; doch war immer die hierdurch entstehende elektromotorische Kraft zu schwach, um durch Induction einen Ausschlag des Magnetstabes hervorzubringen. Die Verminderung der elektromotorischen Kraft, welche, während das Polarisationsgefäß in die Leitung eingeschlossen war, betrachtet wurde, rührt also von dem Durchgange des galvanischen Stromes her. Wir wollen nun den ersten Versuch vollständig beschreiben und darnach die Resultate der übrigen mittheilen.

**Bestimmung der elektromotorischen Kraft der Kette.**

Der Ausschlag des Magnetstabes bei dem geringeren Widerstande.	Ausschlag, wenn der Widerstand $l$ eingeschlossen war.
<i>a.</i>	<i>a'.</i>
16,4	10,4
15,9	10,6
16,4	10,4
16,6	10,4
Medium 16,3.	Medium 10,45.

Hieraus wird die elektromotorische Kraft = 29,1.

**Bestimmung der elektromotorischen Kraft, wenn ein Gefäß mit verdünnter Schwefelsäure, worin zwei polirte Platinplatten eingestellt waren, in die Leitungsbahn eingeschlossen war.**

<i>a'.</i>	<i>a.</i>	<i>a'.</i>
7,5	9,9	6,9
7,0	9,9	6,5
7,0	9,9	6,9
7,5	10,0	6,8
7,3	Medium 9,92.	Medium 6,77.
Medium 7,26.		

Man sieht hieraus, daß die auf einander folgenden Zahlen mit derselben Genauigkeit mit einander übereinstimmen, wie diejenigen, die erhalten werden, wenn kein Polarisationsgefäß in die Leitung eingeschlossen ist. Diefes beweist, daß die Polarisation, die sich während  $\frac{1}{30}$  Sek. ent-

wickelt, in der Zeit zwischen zwei auf einander folgenden Beobachtungen ganz verschwindet. Diese Zeit betrug gewöhnlich etwas mehr als eine Minute. Wenn die Polarisation in dieser Zwischenzeit nicht verschwände, so müßte jede folgende Zahl etwas kleiner als die vorhergehende werden. Da nun dieß nicht der Fall ist, so kann auch hier, um sichere Resultate zu erhalten, das Medium aus mehreren Beobachtungen genommen werden. Die elektromotorische Kraft der Kette, minus die der Polarisation, wird also  $\approx 23,9$ .

Bestimmung der elektromotorischen Kraft der Kette.

<i>a.</i>	<i>a'.</i>
17,0	11,0
17,2	10,5
16,5	10,8
16,1	10,5
Medium 16,7.	Medium 10,7.

Hieraus wird die elektromotorische Kraft der Kette  $\approx 29,8$ .

Nimmt man das Medium aus der ersten und letzten Bestimmung, so erhält man 29,5, welcher Werth die elektromotorische Kraft während des Versuchs ausdrückt. Wird 23,9 von 29,5 subtrahirt und  $\frac{29,5}{3}$  in den Rest dividirt, so wird die Polarisation durch die elektromotorische Kraft eines Elementes der Daniell'schen Kette, als Einheit genommen, ausgedrückt. Nennt man die Polarisation  $p$ , und die elektromotorische Kraft eines Elementes  $k$ , so erhält man

$$p \approx 0,57 k.$$

Während  $\frac{1}{30}$  Sekunde entwickelt sich also die Polarisation so weit, daß sie größer wird als die halbe elektromotorische Kraft eines Elementes.

Bei den folgenden Combinationen wurden beistehende Zahlenwerthe erhalten:

Verdünnte Schwefelsäure und Kupfer	$p = 0,36 k$
do. do. und Zink	$p = 0,24 k$
do. Salpetersäure und blankes Platin	$p = 1,41 k$
do. do. und Kupfer	$p = 0,62 k$
Gesättigte Kochsalzlösung und Zink	$p = 0,16 k$
do. do. und Kupfer	$p = 0,24 k.$

Für gesättigte Kochsalzlösung und Platin konnte die Polarisation nicht bestimmt werden, weil die erhaltenen Zahlenwerthe wenig mit einander übereinstimmten.

Hieraus ergibt sich, daß die Polarisation auf Kupfer und Zink in verdünnter Schwefelsäure sich zu einander verhalten wie die auf denselben Metallen in einer gesättigten Kochsalzlösung; man hat nämlich  $36 : 24 = 24 : 16$ . In verdünnter Salpetersäure war die Polarisation auf Platin um mehr als das Doppelte gröfser als die auf Kupfer; wogegen die Polarisation auf Platin in verdünnter Schwefelsäure den doppelten Werth der Polarisation auf Kupfer in derselben Flüssigkeit nicht erreichte. Da die Polarisation des Platins in verdünnter Salpetersäure unerwartet grofs ausfiel, wurde derselbe Versuch mit Salpetersäure von einer andern Concentration wiederholt, aber auch hierbei wurde  $p > k$  gefunden. Wahrscheinlich war die Säure in beiden Fällen so weit verdünnt, daß auch der Wasserstoff polarisirend auftrat.

Professor Svanberg hat gefunden <sup>1)</sup>, daß das Maximum der Polarisation des Platins in verdünnter Schwefelsäure zwischen 2,14 und 2,42 variirt, wenn die elektromotorische Kraft eines Daniell'schen Elementes als Einheit genommen wird. Wenn man annimmt, daß die elektromotorische Kraft der Ketten bei jener und der jetzigen Untersuchung gleich grofs gewesen ist, so würde also die Polarisation während  $\frac{1}{30}$  Sekunde ungefähr ein Viertel von ihrem gröfsten Werth erreichen.

1) Pogg. Ann. Bd. LXXIII, S. 302.