

VI. Ueber die Thermo-Elektricität des Quecksilbers; von Hrn. P. O. C. Vorsselman de Heer.

(Dieser und der folgende Aufsatz, die in holländischer Sprache schon im April und Mai 1838 erschienen, wurden vom Hrn. Verfasser zur Ergänzung und Berichtigung der in die Ann., Bd. XXXXVII S. 602, aus dem *Bullet. des scienc. phys. et nat. en Néerlande* aufgenommenen Notiz übersandt. P.)

Nach dem *L'Institut* vom December 1837, p. 388, das ich dieser Tage empfang, hat Hr. Matteucci der Pariser Academie Folgendes mitgetheilt:

„Si au lieu de superposer directement les deux fils d'un même metal, placés aux deux extrémités du fil d'un galvanomètre et chauffés inégalement, on les plonge dans du mercure, ou mieux, si on les tient plongés dans ce même metal ou tout autre bain d'alliage métallique, contenu dans deux capsules, réunies par un siphon, dont l'une est chaude, l'autre froide, les anomalies, que le fer a présentées dans les phénomènes thermo-électriques ne s'observent plus. Le cuivre, le platine et le fer donnent alors des courans, qui vont toujours dans le même sens, c'est-à-dire, du froid au chaud dans les fils, qui se touchent. C'est donc à quelque cause d'oxidation ou de surface, qu'est due l'anomalie en question. Le mercure me paraît depourvu de la propriété de développer des courans thermo-électriques“¹⁾.

Aehnliche Versuche sind zuerst von Nobili angestellt²⁾. Er nahm zwei vollkommen gleiche Drähte desselben Metalls und verband ihre Enden mit einem gu-

1) Vergl. Ann. Bd. XXXXIV S. 629 und Bd. XXXXVII S. 600.

2) *Bibl. univers.* 1828, T. XXXVII p. 118.

ten Galvanometer. Das Ende des einen Drahts wurde erhitzt, wobei er, um eine grössere Masse zur Erwärmung zu bekommen, dieß Ende einige Male knopfförmig aufrollte; darauf wurde dieser Knopf mit dem andern Draht berührt, und nun entstand in der Kette ein augenblicklicher thermo-elektrischer Strom. Gewöhnlich ging der Strom an dem Vereinigungspunkt von dem warmen Draht zum kalten, und so, durch das Galvanometer, von dem kalten zu dem warmen zurück. Beim Eisen, Zink und Antimon fand das Entgegengesetzte statt. Dieß ist die von Nobili wahrgenommene und von Becquerel ¹⁾ bestätigte Anomalie, welche nun von Matteucci für ein allgemeines, für alle Metalle geltendes Gesetz ausgegeben wird.

Allein was hat Matteucci gethan? Statt den warmen und kalten Draht in unmittelbare Berührung zu bringen, macht er die Verbindung durch Quecksilber, und zwar durch Quecksilber in zwei verschiedenen Gefäßen, die durch einen Heber vereinigt sind. Er bringt sonach ein anderes heterogenes Metall in die Kette; und gerade die thermo-elektrische Wirkung des Quecksilbers scheint es zu seyn, aus der das Resultat seiner Versuche erklärt werden muß, obwohl er diese Wirkung, im Widerspruch mit dem bereits durch Seebeck Gefundenen, ausdrücklich läugnet.

Die folgenden Versuche werden dieß beweisen. Ich bediente mich dazu eines vortrefflichen Galvanometers, das Hrn. Kerkhoven gehört und von unseren geschickten Mechanikus Becker verfertigt ist. Die Metalldrähte waren 1 bis 1,5 Millimeter (*Streep*) dick und 1 bis 2 Decimeter (*Palmen*) lang; sie wurden bei jedem Versuch sorgfältig gereinigt, die mit dem Galvanometer verbundenen Enden so gut wie möglich auf die Temperatur des Zimmers gehalten, und alle Versuche auf ver-

1) *Traité*, II, p. 40.

schiedene Weise und mit verschiedenen Drähten vielfach wiederholt.

1) Ich nahm zwei gleiche Kupferdrähte, rollte den einen an einem Ende knopfförmig auf, und erhitze dies mittelst einer Weingeistlampe oder auf andere Weise. Bei Vollziehung des Contacts war die Ablenkung 110° und der Strom ging vom Warmen zum Kalten am Berührungspunkte.

2) Beim Platin ging der Strom auch vom Warmen zum Kalten, beim Zink und beim Eisen aber vom Kalten zum Warmen. Wismuth und Antimon gaben abweichende Resultate, worüber sogleich mehr.

3) Beim Silber fand ich beständig einen Strom vom Kalten zum Warmen; dies Metall muß also in dieselbe Klasse mit Zink und Eisen gestellt werden. Ich bekam dies Resultat sowohl mit gewöhnlich im Handel vorkommendem Silberdraht als mit Draht von eigends zu diesen Versuchen gereinigtem Silber.

4) Statt die Metalle unmittelbar in Berührung zu bringen, machte ich nun die Verbindung mit einem Quecksilbertropfen, in einem Näpfchen *e* (Fig. 14 Taf. I); *a* und *b* waren die Enden des Galvanometers, *ac* und *bd* die beiden Drähte, *c* wurde in Quecksilber getaucht, *d* ebenfalls, aber nachdem es erhitzt worden. Wenn die Quecksilbermasse nicht zu groß war, bekam ich dieselben Resultate wie in (1), (2) und (3).

5) Wenn ich das Quecksilber *e* erhitze, erst *c* und dann *d* eintauchte, bekam ich anomale Wirkungen, die noch den Gegenstand besonderer Versuche ausmachen.

6) Nun machte ich in einem Stück Holz eine Rinne von 1 Decimeter Länge und ein Paar Millimeter Breite, und füllte sie mit Quecksilber. Ich erhielt dadurch einen Quecksilberdraht *ef* (Fig. 15 Taf. I), der an den Enden mit den beiden homogenen Metalldrähten *ac*, *bd* verbunden ward. Als ich nun den Draht *d* erhitze und

darauf in das Quecksilber brachte, bekam ich einen starken Strom von *c* nach *d* und *b*, also scheinbar vom Kalten zum Warmen; allein in der That durch den Erwärmungspunkt vom Quecksilber zum Platin, Kupfer, Zink, Silber, Eisen, Antimon.

7) Dasselbe Resultat erhielt ich, als die Enden des Quecksilberdrahts *e* und *f* durch Einbringung einer glühenden Nadel erwärmt wurden.

8) Nahm ich dagegen für *ac*, *bd* zwei Wismuthstäbchen, erhitze den einen bei *d* und tauchte ihn darauf in das Quecksilber, so bekam ich einen sehr starken Strom von *d* nach *c*, also, nach Matteucci, vom Warmen zum Kalten, in der That aber durch den Erwärmungspunkt vom Wismuth zum Quecksilber. Will nun Hr. M. sich gleich bleiben, so müßte er sagen, bei allen Metallen gehe der thermo-elektrische Strom vom Kalten zum Warmen, mit Ausnahme des Wismuths, wo er die umgekehrte Richtung habe. Es ist dann nichts weiter gethan, als die Anomalie vom Eisen auf das Wismuth übertragen. Aber es leidet, dünkt mich, keinen Zweifel, daß diese Erfahrungen nur auf die thermo-elektrische Eigenschaft des Quecksilbers hinweisen, das weniger negativ ist als Wismuth, aber stärker negativ als die übrigen Metalle, so daß wir die Ordnung haben: Wismuth, Quecksilber, Platin, Kupfer, Zink, Silber, Eisen, Antimon.

9) Die Richtigkeit dieser Folgerung wird noch deutlicher, als ich für *ac*, *bd* zwei verschiedene Metalle nahm, z. B. *ac* Kupfer, *bd* Platin. Als ich *d* erhitze und in das Quecksilber tauchte, ging der Strom von *c* nach *d*, also, wenn man mit Matteucci den Quecksilberdraht als indifferent betrachtet, vom Kupfer zum Platin, im Widerspruch mit den Erfahrungen aller Naturforscher. In der That ist hier das den Strom hervorbringende thermo-elektrische Element Quecksilber-Platin; dies er-

giebt sich auch schon aus der Art des Stromes, der in §. 6 bis 9 geraume Zeit anhält, in §. 1 bis 5 aber nur ein augenblicklicher ist.

Wenn übrigens Matteucci sagt, er erhalte *avec tout autre bain d'alliage métallique* dasselbe Resultat, so liegt dieß wahrscheinlich darin, daß er Wismuth-Legirungen gebrauchte, die nach den Versuchen Seebeck's (Pogg. Annalen, 1826, I, S. 148) stark negativ sind, und folglich eben so wie Quecksilber wirken müssen.

10) Ich sagte, daß Stäbe von Wismuth und Antimon anomale Wirkungen zeigten. Anfangs hatte ich viel Mühe den Widerspruch meiner Resultate mit denen von Nobili und Anderen zu erklären; endlich glaube ich, nach vielfältigen Versuchen die Ursache desselben aufgefunden zu haben.

Nimmt man zwei Stäbchen, beide von Wismuth oder von Antimon, erwärmt den einen *ac* und berührt ihn dann mit dem andern *bd*, so entsteht ein elektrischer Strom, dessen Richtung vom Temperatur-Unterschied abhängt. Bleibt dieser Unterschied innerhalb gewisser Gränzen, so geht der Strom beim Wismuth vom Kalten zum Warmen, beim Antimon vom Warmen zum Kalten; sobald man aber den einen Stab stärker erhitzt, wird die Richtung des Stroms bei beiden umgekehrt. Vor allem beim Antimon ist es mir mehrmals geglückt, diese Umkehrung des Stroms am Galvanometer zu beobachten. Bei starker Erhitzung bekam ich erst einen Strom vom Kalten zum Warmen, wie auch Nobili gefunden; als ich nun den Contact unterbrach, den Stab etwas in der Luft erkalten ließ und dann wieder vereinigte, kehrte sich die Nadel um und wich in entgegengesetzter Richtung ab. Ich vermute demnach, daß Nobili seine Versuche nur bei höherer Temperatur angestellt hat.

Wir finden also hier bei einem und demselben Metall, was bereits längst durch Becquerel bei einer Kette aus zwei Metallen: Kupfer-Eisen, Silber-Zink, Gold-

Zink gefunden ist, und auch unter andern bei einer Kette aus Silber-Eisen stattfindet, nämlich eine Umkehrung des Stroms, wenn der Temperatur-Unterschied gewisse Grenzen übersteigt. Man muß indess dafür sorgen, daß die Stäbchen eine saubere metallische Oberfläche haben, sonst bekommt man wohl anomale Wirkungen, die vielleicht von Oxydation abhängen. Ich hoffe noch ferner einige Versuche über diesen Gegenstand anzustellen; allein es sind vor Allem die Untersuchungen und Betrachtungen anderer Naturforscher, von welchen ich einiges Licht in dieser Sache erwarte.

Für jetzt war es nur meine Absicht, die thermoelektrische Eigenschaft des Quecksilbers gegen Hrn. Matteucci zu rechtfertigen und das Bestehen einer Anomalie zu vertheidigen, die vielleicht bald als die nothwendige Folge einer allgemeineren Ursache erkannt werden wird.

VII. *Noch Einiges über die Thermo-Elektricität des Quecksilbers; von P. O. C. Vorsselman de Heer.*

Die in dem *Letterbode* vom 27. Apr. 1838 beschriebenen Versuche sind, glaube ich, genügend zum Erweise der Thermo-Elektricität des Quecksilbers, die von Hrn. Matteucci geläugnet wird. Seitdem habe ich in der *Bibl. univers. Nov.* 1837, p. 211, einen ausführlichen Bericht von den Versuchen des italienischen Naturforschers gefunden, und dieß legt mir die Verpflichtung auf, noch einmal auf den Gegenstand zurückzukommen.

M. legt viel Gewicht auf folgenden Versuch. Wenn man das Quecksilber in dem Näpfchen *e* (Fig. 14 Taf. I) erhitzt, und die beiden Kupferdrähte *ac* und *bd*, die