II.

Versuche über die Wirkung der Voltaischen Säule auf die Magnetnadel;

von

BOISGIRAUD d. Aelt., Rep. d. Phys. a. d. Mil. Sch. v. St. Cyr.

Frei ausgezogen aus e. in d. Parif. Akad. am 9 Oct. 1820

• vorgelesenen Aufsatze, von Gilbert *).

Herr Boisgiraud war in der Sitzung der Akademie am 11 September gegenwärtig, in welcher Hr. Arago, nach seiner Rückkunft von Genf, einige der Oersted'schen Versuche wiederholte, und wurde durch sie zu eignen Versuchen über die Einwirkung der Voltaischen Electricität auf die Magnetnadel veranlaßt. Von dem, was ihm eigen ist, giebt er in diesem Aufsatze Bericht. Es standen ihm zwei wenig kräftige Trogaparate alter Einrichtung, jede von 20 Platten - Paaren, zu Gebot. Er hatte die dicken Messingdrähte an den Enden der Tröge jeden mit einem dünnen Platindrahte versehen, und beim Schließen wurden diese mit einander in Berührung gebracht. Der beide Tröge mit einander verbindende Zwischen - Draht, wirkte auf die Magnetnadel gerade so als die Schließungs - Drähte. Nur wenn diese sich berührten war Wirkung; auch bei der kleinsten Entfernung ihrer Spitzen von einan-

*) Aus den *Annal. de phys. et de chim.*, mit Uebergehen von manchem, was in Deutschland allgemein bekannt ist. *Gilb.*

der keine; und je nachdem die beiden Tröge so mit einander verbunden waren, daß sie übereinstimmend, oder entgegengesetzt wirkten, sah er ihre Wirkung auf die Nadel sich einander vermehren oder vermindern. Zwischenbringen von einem einzigen Blatte mit der Flüssigkeit der Tröge genälsten Papiers, oder eines kleinen Stückchens Kohle, oder von etwas gemeinem Wasser zwischen den beiden schließenden Platindrähten, verminderte die Wirkung sehr bedeutend. In Hrn Ampère's sehr kräftigem Trogapparate hob Kohle, besonders wenn sie glühte, und mit Säure versetztes Wasser die Wirkung nicht gänzlich auf. Als er die Magnetnadel unter den die beiden Tröge verbindenden Platindraht gestellt hatte, wurde sie beim Schließen beider Tröge mit Platindraht stark abgelenkt, blieb aber unverrückt stehen als Er selbst den Kreis mit feuchten Händen schloß, obgleich er einen empfindlichen Schlag erhielt. Er erklärt es sich hieraus, warum er von einer Säule von 48 Platten-Paaren von Laubthaler Größe, die mit feuchten Tuchscheiben aufgebaut war und einen ziemlich starken Schlag gab, keine Wirkung auf die Magnetnadel erhalten habe.

An einem 8 Linien langen magnetisirten Stahldrahte, der von dem Punkte in seiner Mitte nach den beiden Enden zu in entgegengesetztem magnetischen Zustande war, und den er an einem sehr feinen Faden Seide horizontal gehängt hatte, bemerkte der Verf., daß jedesmal, wenn er demselben den Schließungsdraht nahe brachte, und nun der Pol der magnetisirten Nadel von der einen Seite zur andern über diesen Draht hinweggehen wollte, dabei aber etwas anstieß, — der ganze Faden in eine schwingende Bewegung, dem Schließungsdraht zu-

wärts und von ihm ab gerieth, bis die Nadel bei hinlänglicher Entfernung sich so bewegte, daß der Draht sie nicht aufhalten konnte; und dabei vermied sie die ihr zugekehrte Seite des Drahtes, indess sie sich in der neuen Lage an der entgegengesetzten Seite, zu der sie hinüber gegangen war, anhing.

Um bei diesem Versuche die Einwirkung der Schwere zu entfernen, überzog Hr. Boisgiraud die kleine magnetisirte Nadel mit etwas Fett und legte sie auf die Oberfläche eines Wasserbeckens. Sie schwamm auf ihr, und obgleich sie nicht bis zur Sättigung magnetisirt war, drehte sie sich doch ziemlich schnell in den magnetischen Meridian zurück, wenn man sie aus demselben entfernte. Näherte man ihren beiden Enden die beiden Schließungsdrähte, so trat an ihren Enden Wasserzeretzung ein. Sie zeigte dieselben Erscheinungen von Ablenkung als die auf einem Stifte schwebende Magnetnadel, jedoch ohne merkliche Oscillationen. Ueberdem liefs sich aber an ihr sehr schön wahrnehmen, daß wenn der Schließungsdraht horizontal im magnetischen Meridiane gehalten wurde, und dicht über sie wegging, ihr Mittelpunkt beim Drehen unverrückt blieb; welches eine völlige Symmetrie der Wirkung zu beiden Seiten des Mittelpunkts der Nadel, und gleich große Kräfte voraussetzt, welche in der Ebne der Wasserfläche in gleichen Entfernungen vom Mittelpunkte auf die Nadel an beiden Seiten wirkten.

Folgendermaßen bewegte sich diese Nadel in der Richtung des magnetischen Meridians *); wobei die

*) *Suivant le meridiem magnetique.*

Richtung des Schließungsdrahtes immer von der Zink-Seite des Apparates ab nach der Kupfer-Seite zu angegeben ist *). Die *Anzeige der Bewegungen* kömmt immer gleichmäßig *beiden Polen* der Nadel zu, und sie lassen sich auf dem Wasser beliebig verlängern. Die Ausdrücke *Anziehung* oder *Abstoßung* zeigen an, daß die Nadel sich dem Schließungsdraht nähert oder von demselben entfernt.

„Als der Schließungsdraht horizontal über der „Wasserfläche von Ost nach West ging, *Abstoßung*; „von West nach Ost *Anziehung*. Als er sich unter „der Wasserfläche befand, im ersten Fall *Anziehung*, „im zweiten *Abstoßung*.“ Ist der Schließungsdraht recht genau senkrecht auf der magnetischen Mittags-ebene, so geht die Bewegung der Nadel in dem magnetischen Meridiane vor (*suivant le meridiem magnetique*); ohnedem ist sie zugleich mit einer ablenkenden Bewegung (*mouvement de la déclinaison*) verbunden **). Befindet sich aber bei dieser Lage des

*) Das heißt also, die angegebene Richtung ist die, in der ihn der electriche Strom durchfloß, bezogen auf die magnetischen Weltgegenden. *Gilb.*

**) Hielt Hr. Boisgirand den Schließungsdraht *über* oder *vor* dem *Nordpol* der Nadel horizontal und genau senkrecht auf die magnetische Mittagsebene, so wies das *Links* für einen den Draht von Ost nach West durchfließenden Strom genau nach *Süden*, bei entgegengesetzter Richtung des Fließens genau nach *Norden*; mußte also im ersten Fall die schwimmende, in diesen Richtungen ungehindert bewegliche Nadel sich vom Schließungsdrahte *entfernen*, im zweiten sich ihm *nähern*; und so zeigte es der Versuch. Dasselbe war der Fall, wenn der Schließungsdraht in gleicher Lage sich *über* oder *vor* dem

Schließungsdrahts der Punkt in der Mitte der Nadel lothrecht unter demselben, so bleibt die Nadel in Ruhe; und dieses Gleichgewicht ist festbestehend (*stable*), wenn der Schließungsdraht in dieser Lage eine *Anziehung* auf die Pole der Nadel zu äußern scheint, dagegen veränderlich (*mobile*), wenn der Schließungsdraht eine solche Richtung hat, daß er auf sie eine *Abstoßung* äußert. Diese merkwürdige Erscheinung scheint zu beweisen, daß der Schließungsdraht nicht bloß auf die Pole der Nadel wirkt *).

„Als der Schließungsdraht lothrecht *östlich* von der Nadel war, und der electriche Strom ihn durchfloß, von oben nach unten, *Anziehung*; von unten nach oben, *Abstoßung*. Als er *westlich* von der Nadel war, im ersten Fall *Abstoßung*, im zweiten *Anziehung*.“ **)

Südpol der Nadel befand, weil dieser *Fluchts* abgelenkt wird, wie eine Zeichnung sogleich nachweist. Auf diese Weise sind also diese Versuche des Verfassers zu verstehen. *Gilb.*

- *) Geht der electriche Strom vom magnetischen West nach Ost über den Mittelpunkt der Nadel fort, so liegt links von demselben Norden, rechts Süden, strebt er also den Nordpol nach Norden, den Südpol nach Süden fortzutreiben; eine Verückung der Nadel etwas nach Norden macht dann sogleich die Summe der nach Norden sie treibenden Kräfte größer als die der nach Süden sie treibenden, und die Nadel muß nach Norden weichen. Geht dagegen der Strom von Ost nach West, so liegt links von demselben Süden, rechts Norden, scheinen also die Pole vom Drahte angezogen zu werden; und ist auch ein längeres Stück der Nadel nördlich als südlich vom Drahte, so bewirkt das nur ein Verschieben, wobei der Mittelpunkt wieder unter den Draht kömmt, daher in diesem Fall diese Lage der Nadel fest bestehend ist. — Unstreitig ist es dieser Versuch, den Hr. Ampère bei dem, was er S. 161 sagt, im Sinne hatte. G

In gewissen Fällen folgen Anziehung und Abstoßung auf einander auf eine merkwürdige Weise. Man denke sich den Schließungsdraht *unter* der Wasserfläche, [senkrecht auf der magnetische Mittagsebene], und durch die beiden Stellen an den entgegengesetzten Seiten der Nadel, in welchen er die Oberfläche des Wassers durchschneidet zwei Parallel-Linien mit dem magnetischen Meridian gezogen. Es fand sich nun jedesmal, daß wenn die Nadel in der Abtheilung der Wasserfläche zwischen diesen beiden Parallelen von den Schließungsdrähten angezogen wurde, sie in den beiden Abtheilungen außerhalb Abstoßung erlitt, und umgekehrt. Zwar ging die Nadel, wenn sie in einer dieser Abtheilungen abgestoßen wurde, durch eine Bewegung, die zum Theil ein Ablenken (*une declinaison*) war, in die Abtheilung über, in welcher Anziehung Statt fand, mehr oder weniger langsam, je nachdem die Nadel entfernter war. War sie aber einmal in die anziehende Abtheilung gekommen, so beschleunigte sich ihre Bewegung, bis sich ihre Mitte dem Schließungsdrahte gegenüber befand; dieser Punkt der Mitte näherte sich dann aber diesem Drahte nur langsam, und häufig vermochte er nicht ihn zu erreichen, welches auf Haarröhrchen-Wirkung zu beruhen scheint.

Man ersieht aus diesen letzten Versuchen, daß nur dann Gleichgewicht für eine Magnetnadel, die der

**) Auch hier ist zu verstehen, daß sich der lothrechte Draht neben den Polen der Nadel in den angegebenen Lagen befindet; die Nadel wird dann in dem magnetischen Meridian nördlich oder südlich geschoben, welches sich aber doch kaum für ein Anziehen oder Abstoßen ausgeben läßt. *Gilb.*

Einwirkung des Schließungs-Drahtes ausgesetzt ist, Statt findet, wenn der Punkt in ihrer Mitte von allen Punkten in ihr dem Schließungsdrahte am nächsten ist.

Wurde die Nadel in einer Abtheilung des Wafers zurückgestoßen, und trat in eine anziehende Abtheilung ein, so schien es Hrn Boisgiraud häufig, daß, je nachdem dieses mit dem Nord- oder mit dem Süd-Ende geschah, sie ein größeres Bestreben habe nach dem einen als nach dem andern Theile des Schließungsdrahtes sich zu begeben; doch bestätigte sich das nicht immer. Dieses Bestreben gewisser Seiten der Nadel und des Schließungsdrahtes sich vorzugsweise vor andern zu vereinigen, die vielmehr sich abzustößen scheinen, meint er, möge eine große Rolle in diesen Erscheinungen spielen. Auch schloß er aus diesen Versuchen, daß die mittlere Kraft aus den Kräften, welche diese Bewegungen bewirken, in einer auf die Richtung des Schließungsdrahtes senkrechten Ebene zu wirken scheine; welches sehr richtig ist.

Eine dritte Art von Versuchen, welche Herr Boisgiraud noch mit seinem magnetischen Stahldrahte anstellte, gab zu verwickelte Erscheinungen, als daß er aus ihnen Folgerungen zu ziehen sich getraute. Er hatte mittelst zweier Wachskügelchen einen Faden Coconseide an einem festen Punkte befestigt, und an dem unteren Ende desselben einen kleinen magnetischen Stahldraht mit seinem einen Pole; der andere Pol desselben war mit etwas Seife beschmiert, und hier klebte er daran einen Siegellackfaden oder ein Stückchen Silberdraht, so daß sie horizontal schwebten. Dieser dem Coulomb'schen Electrofcope ähnliche Apparat sollte

die Einwirkung des Schließungsdrahtes auf die Seiten der Nadel nachweisen: und er zeigte dem Verf. in der That Wirkungen dieser Art, die er aber für täuschende und trügerische Erscheinung erklärt.

Ein Magnetstab den er in der Hand hielt, schien nämlich mit seinem Nordpol stets die nach Süden gewendete Seite der hängenden Nadel anzuziehen, und der Südpol dagegen die nach Norden zu gekehrte Seite, und er konnte eine halbe Umdrehung des horizontalen Siegellacks-Streifchens dadurch bewirken, daß er den Südpol des Magnetstabs der Südseite der hängenden Nadel, oder den Nordpol des Magnetstabs der Nordseite derselben näherte; ja selbst eine ganze Umdrehung, da die *angezogene* Seite (ist anders dieser ungenaue Ausdruck erlaubt) der Bewegung des Pols, der sie anzog, folgte. Auch zeigte sich ein Bestreben in der Nadel, die eine ihrer Seiten nach dem magnetischen Norden, die andere nach Süden zu drehen, denn wenn man sie aus dieser Lage brachte, so kam sie zu ihr nach mehreren Schwingungen zurück; wenn sie aber eine ganze Umdrehung gemacht hatte, blieb sie in dieser neuen Lage, da die Windungskraft des Seidenfadens ausnehmend gering ist.

Es könnte scheinen, sagt der Verfasser, diese Versuche bewiesen, daß die Nadel nicht bloß in der Richtung ihrer Länge, sondern auch in einer Richtung nach der Quere magnetische Pole habe; allein es ist leicht sich zu überzeugen, daß diese letzteren Pole nicht vorhanden sind, und daß eine kaum sichtbare Krümmung der Nadel hinreicht, die beobachteten Erscheinungen zu bewirken. Ist es eine Krümmung in

Einer Ebene, so dreht der Erdmagnetismus diese Ebene in den magnetischen Meridian, mit der Höhlung nach demjenigen Pole der Erde zu, der den untern Pol der Nadel anzieht. Und ein Magnetstab, der stärker auf sie als die Erde wirkt, richtet diese Höhlung oder die convexe Seite nach sich zu, je nachdem er den untern Pol der Nadel anzieht oder zurückstößt. Dafs es aber so gut als unmöglich ist, einem von einer Rolle genommenen Draht, wie es der war, der zu des Verfassers Versuchen gedient hatte, alle Krümmung vollkommen zu benehmen, fällt in die Augen; und der Verf. brauchte den Draht nur stärker, und nach einander nach verschiedenen Seiten zu krümmen, um deutlich überzeugt zu werden, dafs die Disposition der Seiten der Nadel stets durch die Krümmung bestimmt wird. Dasselbe mufs also, schliesst er, auch bei schwächerer, ja unsichtbarer Krümmung der Fall seyn, und eine nicht magnetische Nadel müfste ähnliche Erscheinungen zeigen. Vielleicht, fügt er hinzu, lassen sich aus solchen Täuschungen magnetische Erscheinungen, welche von einigen Physikern angekündigt worden sind, erklären.