

§. 76.

Gesteigerte Ablenkung der Nadel durch Vervielfältigung des elektrischen Stromes. Der elektromagnetische Multiplikator (das magnetische Galvanometer).

Da die Größe der Ablenkung der Magnetnadel hauptsächlich durch die Quantität (unabhängig von der Spannung) des elektrischen Stromes bestimmt wird (§. 72.): so kann die ablenkende Kraft eines sehr schwachen Stromes von Elektrizität auf eine Magnetnadel dadurch erhöht werden, daß man den Träger desselben in mehreren Windungen in der Richtung des magnetischen Meridians um die Nadel herumführt, und so den elektrischen Strom dieselbe mehrmals zu umkreisen nöthigt. Indem die elektrischen Ströme hierbei unten in entgegengesetzter Richtung mit der obigen sich bewegen, wirken sie da wie dort in gleicher Weise richtend auf die Nadel, d. h. die Nordspitze derselben nach einer und derselben Seite ablenkend, und begünstigen sich gegenseitig in ihrer Wirkung. Man erhält auf diese Art ein sehr wichtiges physikalisches Instrument, ein s. g. Galvanometer oder Galvanoskop, das zuerst von Poggendorf und Schweigger eingeführt und von ihnen sehr bezeichnend der elektromagnetische Multiplikator genannt wurde, weil die Wirkung des elektrischen Stromes auf die Magnetnadel in ihm so viel Mal sich vervielfacht, als Drahtwindungen neben einander liegen — abgesehen von dem geringen Ausfall in dieser, der durch den nicht zu vermeidenden größern Abstand der entferntern äußern Windungen von der Nadel, und durch die mit der Länge des Drahtes zunehmende Schwächung des Stromes wegen des Leitungswiderstandes verursacht wird. Schweigg. 3. Bd. 31, S. 1. Um einen solchen Apparat anzulegen, winde man einen langen dünnen Messing- oder Kupferdraht, welcher, damit der durch ihn fließende Strom nicht seitwärts sich mittheile, sondern durch alle Windungen des Drahtes hindurch geleitet werde, vorher mit Seide übersponnen (isolirt) ist, 50, 60, 100 bis 200 Mal um einen hohlen Cylinder von Holz, Kupfer oder von irgend einem andern nicht magnetischen Stoffe, oder selbst nur um die bloße Hand; drücke die erhaltene Schleife, nachdem man

sie von der Hand abgestreift, in die Form eines Ovals zusammen, und befestige sie auf die Art, wie Fig. 22. es zeigt, mittelst seidener Bänder an ein passendes Gestelle von lackirtem Holze, dessen Unterlage in der Mitte eine senkrecht stehende feine Spitze trägt, auf welcher eine dem längsten Durchmesser der Drahtschleife an Länge fast gleichkommende gewöhnliche Magnetnadel balancirt — so daß nur die beiden Enden des Drahtes frei bleiben. Man stelle nun die Vorrichtung parallel mit dem magnetischen Meridiane, und bringe die von Seide eine Strecke weit entblößten beiden Enden des Drahtes (die auch wohl, wie **A** und **B** der Figur andeutet, zur bessern Handhabung recht fest um ein Stückchen etwas stärkern Draht gewunden sind) mit den beiden Elementen einer ganz kleinen einfachen galvanischen Kette durch Andrücken in genaue Berührung: so wird sich augenblicklich die Magnetnadel aus dem magnetischen Meridian bewegen, einige Mal hin und her schwingen und dann, je nachdem das positive Glied der Kette mit dem einen oder mit dem andern Drahtende in Berührung ist, im Sinne der Dersted'schen Regel, in östlicher oder westlicher Abweichung von der Vertikal-Ebene des Draht-Ovals zur Ruhe kommen, indem sie mit jener Ebene einen größern oder kleinern und bei guter Wirkung des Multiplikators einen Winkel von  $90^\circ$  macht. Durch abwechselndes und abgemessenes Öffnen und Schließen der kleinen Kette läßt sich selbst die Nadel in eine schnelle und lange anhaltende horizontale Kreisbewegung um ihren Mittelpunkt versetzen. Ueberhaupt ist die Wirkung eines solchen Multiplikators so eminent, daß bei 60 bis 80 Windungen schon eine Kette aus einer Zink- und Silberplatte von der Größe des dritten Theiles eines  $\square$  Zolles, zwischen die als Zwischenleiter ein mit der Zunge befeuchtetes Stückchen Fliesspapier gelegt ist, zum Gelingen des Versuches hinreicht \*).

Zu den Windungen des Multiplikators wird gewöhnlich Kupferdraht genommen, da dieser, wie Arago es nennt, vorzugsweise

\*) Ein  $\frac{1}{2}$   $\square$  3. großes Stückchen Zinkblech, wie es zum Dachdecken gewöhnlich verwendet wird (das man mit einem nicht ganz so großen, mit Salzwasser befeuchteten, Stück Löschpapier überdeckt, und auf welches eine wund gekrauste Silbermünze gelegt wird), giebt hierzu eine wirksame Kette ab, die Jedem gleich zur Hand ist.

magnetisch gestimmt ist \*). Auch ist es bei diesen und überhaupt bei allen elektro-magnetischen Versuchen für die möglichst vollständige Herstellung der Electricitäts-Leitung vortheilhaft, wenn die sich berührenden Metalle, namentlich die Enden der mit diesen in Verbindung gebrachten Leitungsdrähte, an den Punkten der Berührung oder Umwicklung (wenn sie, was noch mehr vorzuziehen ist, nicht angelöthet werden können) blank (regulinisch) geschabt, und dann (durch Reiben mit salpetersaurem Quecksilber) amalgamirt oder, wenn es Eisen (Stahl) ist, in schwefelsaurer Kupferlösung mit etwas Kupfer überzogen werden.

Man kann sich des Multiplikators, da er das Vorhandenseyn so schwacher galvanischer Ströme durch so deutliche Wirkung auf die Magnetenadel anzeigt, auch in andern Fällen als eines eben so einfachen als zuverlässigen Mittels bedienen, sehr kleine Spuren von Electricität, die wegen ihrer Geringfügigkeit unserer Wahrnehmung sonst sich entzogen haben würden, zu entdecken, und selbst ihrer Größe

\*) Munkke (in Gehter, Art. Multiplik.) macht darauf aufmerksam, wie es nicht selten geschieht, daß bei dem Ueberspinnen des zu Multiplikatoren bestimmten Kupferdrahtes dieser zerrißt; welchen Fehler die Posamentirer dadurch zu verbessern pflegen, daß sie die beiden Enden des Drahtes durch einen feinen Knoten wieder vereinigen. Da hierdurch der freie Fortgang des elektrischen Stromes verhindert wird, so soll man dergleichen Stellen zu entdecken und durch Zusammenlöthen das metallische Continuum des Drahtes wieder herzustellen suchen. Man klopft zu diesem Zwecke die beiden Enden der Drähte etwas breit, schabt sie mit einem Messer blank, und trägt mit einem Pötlchen auf diese etwas von einem dünnen Brei aus Salmiak und Baumöl, oder von Salmiakwasser, auf, erhitzt dann die Drahtenden in einer Weingeistflamme, und streicht mit einem Stängelchen Zinn über dieselben hin. Ist der Draht heiß genug, um das Zinn in Fluß bringen zu können, so bleibt sogleich etwas von diesem darauf hängen, worauf man schnell den Draht aus der Flamme entfernen muß, um den schwachen Zinnüberzug nicht zu verbrennen. Ist diese Amalgamirung an beiden Drahtenden vollzogen, so legt man diese auf einander, hält sie wieder einen Augenblick in die Flamme, was zur Schmelzung des Zinnes gerade hinreichend ist, und bläst dann schnell die Lampe aus, ohne die auf einander liegenden Drahtenden zu bewegen, wodurch die Lötung leicht wieder getrennt werden könnte. Auf ähnliche Weise lassen sich auch die Leitungsdrähte mit den Endgliedern galvanischer Apparate zusammenlöthen.

nach zu bestimmen, — und in der That hat man auch mit Hilfe desselben bei vielen Vorgängen elektrische Strömungen aufgefunden, die vorher ganz unbemerkt geblieben waren; so z. B. nach *Donné* und *Matteuci*, bei dem Lebensproceß der Thiere und selbst der Pflanzen (S. 27.), ferner in Körpern, besonders Metallen, mit ungleich erwärmten Stellen, so genannte thermo-electrische Ströme. (S. 102.) *Matteuci* wendet bei seinen Versuchen über die elektrischen Ströme in lebenden oder jüngst getödteten Fröschen und andern Thieren einen Multiplikator von 2500 Touren an, dessen Drahtenden mit kleinen Platinblättern versehen sind. Vier Schalen von Porcellain stehen, mit schwach gesalzenem Wasser angefüllt, in einer Reihe neben einander, in deren beide äußerste die Multiplikator-Enden eingetaucht werden. Mit den beiden mittlern Schalen stehen jene durch dicke und stark benähte Baumwollendochte in leitender Verbindung. Diese Vorrichtung hält der genannte Experimentator für nöthig, um sich gegen die durch die Berührung der Platinblätter mit den zu untersuchenden Körpertheilen erregte Thermo-Electricität zu sichern. Bringt man in die eine der beiden mittlern Schalen die Unterschenkel, in die andere den Rücken und den Kopf eines abgehäuteten Frosches: so zeigt die Nadel des Galvanometers durch eine starke Abweichung den Eintritt einer elektrischen Strömung an, die von den Füßen nach dem Kopfe gerichtet ist. *N. Notizen*, Aug. 1838. No. 145. Wird nach *Donné* das eine Platinende eines empfindlichen Galvanometers in das Auge einer Pflaume (einer Aprikose oder Pfirsche), das andere Platinende neben dem Stiele in die Frucht gesteckt: so weicht die Nadel alsbald um mehrere Grade ab, zum Beweise, daß ein elektrischer Strom, der von dem Stiele aus zu dem entgegengesetzten Ende der Frucht fließt, eingetreten ist. Werden die Multiplikator-Enden senkrecht auf die Längsachse der Frucht in die zwei Seitenhälften derselben eingestochen, so behält die Nadel ruhig ihre Richtung bei. Bei den genannten Früchten geht der (positive) Strom von dem Kelche der Frucht nach dem Stielende, bei Äpfeln und Birnen dagegen umgekehrt von der Basis der Frucht nach dem Kelche. Selbst über die Art der Entstehung dieser elektrischen Fluthen gab *Donné* das Galvanometer Aufschluß. Der Saft aus den zwei verschiedenen Hälften einer quer durchschnittenen Pflaume wurde in zwei besondere Gläser gepreßt, die ein Streifen Fließpapier

mit einander verband, und in jedes Glas ein Drahtstück des Multiplikators eingelassen. Die Nadel wurde hierdurch eben so aus ihrer Ruhelage abgezogen, wie vorhin, als der Multiplikator mit der ganzen Frucht in Verbindung war. Donné zieht hieraus den Schluß, daß die elektrische Strömung der Frucht aus der chemisch-verschiedenen Beschaffenheit der Säfte in dem obern und untern Theile derselben hervorgeht, von welchen der erstere bei einer Pflaume auf das Galvanometer wie ein Kali, der letztere wie eine Säure elektrisch wirkt. Stellt man ein Baumblatt so in Wasser, daß der Stiel desselben aus diesem herausragt, und sticht einen Platindraht in den Stiel ein, und setzt einen eben solchen mit der Oberfläche des Blattes unter dem Wasser in Verbindung: so soll, wenn beide Drähte mit den Enden eines Galvanometers verbunden werden, nach Blake von dem Stiele des Blattes aus ein Strom eintreten, dessen Entstehung der an der Oberfläche des Blattes vor sich gehenden Zersetzung, durch welche diese positiv und das umgebende Medium negativ elektrisch gemacht wird, zuzuschreiben ist. — Mit einem Galvanometer von 360 Touren, dessen Nadel asiatisch ist und kaum 2 Gran wiegt, erforscht derselbe Physiker die elektrischen Ströme, welche als Begleiter des Gährungsprocesses, namentlich der Zersetzung des Zuckers, vorkommen. Auf den Boden eines passenden Gefäßes wurde eine Platinascheibe gelegt und eine zweite in die Oberfläche der übrigen Flüssigkeit gebracht. Vermittelt angelötheter Platindrähte standen beide Scheiben mit dem Galvanometer in Berührung. Der von der untern Scheibe kommende war, der Isolirung wegen, in einer an ihrem untern Ende zugeschmolzenen Glasröhre durch die Flüssigkeit herausgeleitet. Als das Gefäß mit frischer, eben erst in Gährung tretender Würze gefüllt worden war, und diese bald darauf, wie gewöhnlich, eine Schicht Hefen auf den Boden des Gefäßes abgesetzt hatte, erlitt die asiatische Nadel eine Ablenkung, die sich allmählich steigerte, nach einiger Zeit ein Maximum erreichte, dann wieder zurück — und später nach einem kleinen Stillstand in eine allmählich zunehmende Ablenkung nach der andern Seite überging, von wo sie dann nach einem Maximum wieder in ihre natürliche Lage zurückkehrte. *N. Notiz. Sept. 1838. No. 154. —*

Mit Hülfe der Multiplikatornadel sind auch die leisen Ströme aufzufinden, welche durch Becquerel's berühmt gewordene und viel

besprochene einfache Kette aus Aetzkali und Säure und durch die chemische Wirkung flüssiger Leiter überhaupt erzeugt werden. (S. 22.) Ein unten und oben offener Glaszylinder wird in dieser Absicht in ein anderes Gefäß, dessen Boden mit einer dicken Schicht Thon bedeckt ist, gestellt und in den Thon fest eingedrückt. In jedes Ende eines guten Multiplikators wird ein Platinplättchen durch Löthung befestigt, wovon das eine in den Glaszylinder, das andere in das äußere Gefäß eingesenkt wird, doch nur so tief, daß, um der Mitwirkung eines fremden Stromes vorzubeugen, die Verbindungsstellen der Plättchen mit dem Drahte des Multiplikators nicht allein außer Berührung mit den einzugießenden Flüssigkeiten bleiben, sondern selbst nicht von dem Hauche derselben erreicht werden können. Wird nun in den Cylinder concentrirte Salpetersäure gegossen und in das größere Gefäß reines Flußwasser: so zeigt die Nadel, sobald die Flüssigkeiten sich berühren und chemisch zu vereinigen anfangen, durch eine Ablenkung von 3 bis 5 Graden einen elektrischen Strom an, der von der Säure durch die Touren des Multiplikators zum Wasser, welches sich hier zur Säure wie eine Basis verhält, geht. Der Strom wendet um, wenn statt der Säure eine concentrirte Lösung von Aetzkali oder Aetznatron eingegossen wird. Am stärksten aber weicht die Nadel ab, wenn bei Anwendung der Kalilauge das äußere Gefäß statt des Wassers Salpetersäure einschließt. Werden zwei Säuren angewendet, so bleibt die Nadel in Ruhe, weil kein Strom erregt wird. Zur Vereinfachung des Versuches kann auch der Glaszylinder von engem Durchmesser genommen und an seinem untern Ende bloß mit Thon, der mit derselben Lösung, welche in ihn gebracht werden soll, angefeuchtet ist, oder nur mit thierischer Blase, geschlossen werden. Noch einfacher ist der Apparat, der von Volta, behufs der Prüfung zweier heterogener Fluida auf die bei ihrem Contacte erzeugte elektrische Spannung durch das magnetische Galvanometer, ausgegangen ist. In ihm dient eine V förmige Glasröhre von hinreichendem Kaliber zur Aufnahme der beiden Flüssigkeiten, wovon zuerst die schwerere in den einen und dann mit Vorsicht, um die Mischung beider zu verhindern, die leichtere in den andern Schenkel gefüllt wird, so daß die Flüssigkeiten ohne poröses Diaphragma in Berührung sich befinden. In jeden Schenkel wird ein Platindraht gesteckt, und die herausstehen-

den Enden beider Drähte mit dem Multiplikator zusammengefügt, der nun die elektrische Erregung durch die Bewegungen seiner Nadel auf die bekannte Weise anzeigt. Pogg. Ann. Bd. 14, S. 157. Bd. 37, S. 429, und Bd. 48, S. 1. Ann. der Ch. u. Ph. v. Wöhler u. Liebig, Bd. 25, Hest 1, S. 1. —

Das Galvanometer ist es endlich, mittelst dessen Benutzung von Faraday, Matteucci und Davy die Strömung in den (elektrischen) Fischen (S. 26. u. 89.) erforscht wurde, und womit die in den Schließungsdrähten einer galvanischen Säule nach ihrer Entfernung von dieser noch fortdauernde schwache elektrische Kraft — wenn diese nur noch in so geringem Grade diesen adhärirt, daß sie sich durch anderweite Wirkungen, z. B. durch Zersetzung des Wassers, nicht mehr bethätigen kann — sich entdecken läßt. (S. 48.)

Mit dem beschriebenen Multiplikator wird auch die Inklination und Elevation einer gewöhnlichen Magnetenadel durch die Einwirkung des elektrischen Stromes gut dargestellt. (S. 73.) Man giebt dieser die Einrichtung einer Inklinationsnadel, indem man sie in ein Stückchen Hollundermark steckt und dicht über ihr als Achse einen schwachen Messingdraht quer durch dieses steckt, so daß dieser mit der Nadel ein Kreuz bildet. Es wird hierauf die Multiplikatorschlinge von dem Holzgestelle abgenommen, und statt der bisherigen senkrechten Stellung ihr eine wagerechte gegeben, indem man sie ohne weitere Umstände vor sich auf den Tisch legt. Nun wird die Inklinationsnadel, nachdem man durch Hin- und Herschieben die Nadel in der Kugel ins Gleichgewicht gebracht hat, mit den Enden ihrer Achse auf die gegenüberstehenden Drahtwindungen gelegt. In dieser Lage kann sie nur einer Inklination oder Elevation folgen, und diese oder jene nimmt sie an, je nachdem die Drahtenden der Multiplikatorschlinge verschieden mit den beiden Elementen einer kleinen galvanischen Kette in Berührung gebracht sind.

#### §. 77.

#### Verschiedene Multiplikatoren.

Um die Empfindlichkeit des Multiplikators zu erhöhen, hat man die Form desselben vielfältig abgeändert. Nach einem Vorschlage Nobili's wird die Empfindlichkeit des Instrumentes