

III.

Die Magnet- und Induktions-Elektricität. Die Elektricität durch Induktion.

§. 92.

Durch gewöhnlichen Magnetismus inducirte Ströme.
Faraday.

Faraday, ein Schüler des berühmten Englischen Chemikers Davy, bereicherte im Jahre 1832 die Physik durch die folgenreiche und wahrhaft glänzende Entdeckung, daß auf gleiche Art, wie durch die, die Windungen eines Multiplikators durchströmende Elektricität, in dessen Innern Magnetismus erregt wird (S. 76), sich auch umgekehrt durch Einwirkung des Magnetismus in den Windungen eines Multiplikators **Elektricität** erzeugen lasse; und lieferte dadurch nicht allein einen sprechenden Beweis mehr für die bis zu Dersted's Zeit nur geahnete nahe Verbindung zwischen Magnetismus und Elektricität, sondern verschaffte zugleich der geistreichen, zu Ende des vorigen Abschnittes nur im Umriss wiedergegebenen Ansicht Ampère's über das Wesen des Magnetismus (nach welcher dieses in elektrischen, jedes kleinste Element eines Magnets umkreisenden, Strömen zu suchen ist) eine neue gewichtige Stütze; indem, durch Nachweisung elektrischer Wirkungen der Magnete, der bis dahin noch nicht widerlegte Haupteinwurf gegen diese Theorie, daß noch keine elektrischen Erscheinungen an Magneten wahrgenommen werden konnten, aus dem Wege geräumt wurde. Faraday nennt die auf die bezeichnete Art erregten elektrischen Ströme magneto-elektrische oder, weil sie gewissermaßen, wie

aus dem Folgenden näher sich ergeben wird, durch die magnetische Kraft in die Drahtspirale eingeführt (inducirt, von inducere) werden, inducirte Ströme, und die Art der Electricität selbst Magneto-Electricität oder Electricität durch Induktion. Es verhalten sich diese Ströme in jeder Beziehung wie die auf gewöhnliche Art durch Reibung oder Berührung erzeugten; unterscheiden sich aber dadurch wesentlich von diesen, daß sie nicht, wenn auch die sie veranlassende Ursache anhält, fortdauernd sich wahrnehmbar machen, sondern nur momentan im Augenblicke, wo der sie erregende Magnetismus seine Einwirkung auf den Multiplikator anhebt, sich wirksam äußern, und erst dann wieder sich erneuern, wenn die Einwirkung des Magnetismus (durch Entfernung des Magnets) wieder aufgehoben wird — daß sie, mit Einem Worte, nur dann entstehen, wenn der Magnetismus in Bewegung ist. Die Richtungen der zu Anfange und zu Ende der magnetischen Einwirkung hervortretenden elektrischen Strömungen sind sich dabei jederzeit entgegengesetzt. —

Man bringe die (mit salpetersaurem Quecksilber bestrichenen und wieder abgewaschen, etwa 1 Z. weit) von Seide entblößten und (um den Verdacht eines etwaigen unmittelbaren Einflusses des angewendeten Magnets zu entfernen) mehrere Fuß weit fortgeführten, Endstücken einer Drahtspirale aus übersponnenem Kupferdraht, die man über einen 2 bis 3 Z. weiten und 5 bis 6 Z. hohen ausgehöhlten Cylinder von Pappe nach Einer Richtung aufgerollt hat, und die aus 6 bis 800 neben und über einander liegenden Windungen besteht — mit den ebenfalls amalgamirten Enden eines (am besten Nobili'schen) Multiplikators in genaue Verbindung, z. B. durch Zusammenlöthen oder Uebereinanderbinden: so wird sogleich, wenn man in die Höhlung des Cylinders den Pol eines etwa 12 Z. langen kräftigen Magnetstabes schnell hineinschiebt, durch Induktion ein elektrischer Strom in der um den Cylinder liegenden Drahtschraube rege werden, der das astatiche Nadelpaar in dem Multiplikator (nach Verschiedenheit des eingeschobenen Magnetpoles östlich oder westlich) ablenkt. Läßt man den Stab nach diesem ruhig in der Höhlung liegen, so kehrt die Nadel wieder in ihre ursprüngliche Lage zurück. Dagegen wird dieselbe von neuem nach entgegengesetzter Seite

abgezogen, wenn der Magnetstab wieder aus der Drahtspirale herausgenommen wird. Schließt man die Endstücken der letztern durch die Gliedmaßen eines jüngst getödteten (kaltblütigen) Thieres, z. B. durch einen abgehäuteten Froschschenkel: so macht sich der inducirte Strom derselben durch Zuckungen in diesem wahrnehmbar, wie sie in dem Versuche Galvani's durch den galvanischen Strom entstehen. (S. 34.) Ueberhaupt äußert dieser Strom alle diejenigen Wirkungen, die der Reibungs- und Berührungs-Electricität auch sonst noch eigen sind. (S. 97.)

Daß diese Erscheinungen der Induktion nur durch die Bewegung des Magnetismus erfolgen, erhellt auch daraus, daß sie noch eintreten, wenn nur die magnetische Kraft sich bewegt, z. B. wenn man, statt des Magnetstabes, einen unmagnetischen weichen Eisenstab in die Spirale steckt, und diesen durch Berührung mit dem Pole eines wirklichen Magnetes (oder auch, nachdem man ihn mit einer Drahtspirale umgeben hat, durch Verbindung dieser mit einer galvanischen Kette, S. 93.) erst magnetisirt, und durch die hiermit verbundene magnetische Vertheilung die magnetische Kraft in dem Eisen in Bewegung bringt, oder wenn man eine Lagenveränderung des Magnetstoffes dadurch veranlaßt, daß man dem Magnetismus des in der Drahtspirale schon befindlichen fertigen Magnetstabes, nachdem seine inducirende Wirkung vorüber ist, und die Nadel in dem Multiplikator ihre natürliche Stellung wieder gefunden hat, eine Verstärkung giebt, entweder durch die Annäherung eines Stückes Eisen oder auch des freundschaftlichen Poles eines andern Magnetstabes an den einen seiner Pole. (S. 58.) M. f. Ermann in Poggend. Bd. 27. S. 471 „über Erzeugung von Elektromagnetismus durch bloße Modification der Vertheilung der Polarität in einem unbeweglichen Magneten;“ wo eine Reihe lehrreicher mit Hülfe des Fechner'schen Multiplikators ausgeführter Versuche dieser Art mitgetheilt ist.

Daß aber in dem obigen Versuche die wahrgenommene Abweichung der Multiplikator-Nadel wirklich durch einen elektrischen Strom und nicht durch den direkten gewöhnlichen Einfluß des Magnets verursacht wird, geht außer dem, daß bei der beträchtlichen Länge des Verbindungsdrahtes zwischen dem Träger des inducirten Stromes und dem Multiplikatorendraht die direkte Einwirkung des Magnets nicht wohl möglich ist, auch daraus hervor, daß die Nadel

nicht bewegt wird, wenn die fortgeführten Drähte nicht durch Ueber-
spinnen mit Seide isolirt sind, oder in ihrem Laufe an irgend einer
Stelle sich berühren, und dadurch die Circulation des Stromes durch
die Schlinge des Multiplikators unterbrechen.

§. 93.

Durch Elektromagnetismus inducirte Ströme. Leichte
Erregbarkeit derselben. Der magnet-elektrische
Ring.

Da ein durch elektrische Strömung erzeugter Magnet in nichts
von einem gewöhnlichen Magnete abweicht, so kann die Stelle des
zur Hervorbringung eines inducirten Stromes angewandten Magnetes
auch durch einen Elektromagneten ersetzt werden. In dieser
Hinsicht verdient, unter den zur Darstellung magneto-elektrischer Er-
scheinungen erfundenen Apparaten, der magneto-elektrische Ring
seiner Einfachheit wegen einer besondern Beachtung. Es besteht die-
ser aus einem 1 Z. dicken und 3 Z. im Durchmesser haltenden Ringe
von weichem Eisen (Fig. 44.), dessen eine Hälfte **A** mit einer oder
mehrern Schichten von überspinnnem Kupferdrahte umwunden ist,
dessen beide blanke oder amalgamirte und 5 bis 6 Z. weit fortgeführte
Enden **C** und **D** mit den Drahtenden eines Multiplikators zusammen-
gelöthet oder fest verschlungen sind. Die andere Hälfte **B** des Rin-
ges ist eben so mit Kupferdraht umwickelt, so daß aber zwischen den
Drahtwindungen der einen Hälfte und denen der andern ein $\frac{1}{2}$ Z.
breiter Zwischenraum des Eisenringes **G** und **H** frei, und das Eisen
sichtbar bleibt. Werden die freien Drahtenden **EF** der zweiten Um-
wicklung mit den Polen eines galvanischen Apparates in metallische
Berührung gebracht: so wird diese Hälfte des Ringes zu einem Elek-
tromagneten, welcher durch die andere Hälfte desselben, die hier gleich-
sam den Anker vorstellt, auf die Drahtwindung inducirend wirkt und
das Galvanometer durch den erregten elektrischen Strom aus seiner
Richtung zieht. Wird die Kette wieder geöffnet, so erfolgt durch die
Bewegung des Magnetstoffes eine Abweichung der Nadel nach der
andern Seite. Eben so kunstlos wird die Erzeugung inducirter Ströme
durch Elektromagnetismus bewirkt, wenn man in den im vorigen
§. beschriebenen mit isolirten Drahtwindungen umgebenen Cylinder
von Pappe oder auch in einen kürzern, wie Figur 46, der mit vielen

über einander liegenden Windungen umkleidet ist, deren Abgleitung durch hervorstehende Ränder *AB*, verhütet wird — statt eines Stabmagnets einen unmagnetischen runden Eisenstab, der mit übersponnenem Drahte umgeben ist, bringt, und mit den Enden des Drahtes eine Volta'sche Kette abwechselnd schließt und wieder öffnet.

Nach Faraday sind die magnet=elektrischen Ströme so leicht erregbar, daß sie selbst durch Rückwirkung erfolgen. Wenn man daher die galvanische Kette, vermittelt welcher man einen mit Draht umspunnenen Stab von weichem Eisen zu einem temporären Magnet gemacht hat, schnell trennt: so entsteht durch die inducirende Wirkung dieses Elektromagnets ein rückwärts gehender Strom in der Drahtspirale, der, wenn die übrigen Bedingungen dazu vorhanden sind, selbst Funken hervorbringen kann. (S. 95.) So werden auch die Schwingungen eines in einem Schweigger'schen Multiplikator, dessen Enden mit einander verbunden sind, aufgehängten und aus seiner Directions-Ruhe gebrachten starken Magnetstabes verzögert; indem dieser, so wie er bei seinem Traversiren aus der Vertikal-Ebene des Multiplikators heraus- und wieder in sie zurückgeht, zwei Mal inducirend wirkt und durch den dadurch in dem Multiplikator erregten magnet=elektrischen Strom afficirt wird. Stellt *AB* (Fig. 45.) einen Multiplikator=Draht vor, der bei *C* zusammengelöthet ist, und in dessen beiden Windungen *A* und *B* zwei gute Magnetstäbe *NS* und *ns* leicht beweglich in ihren Schwerpunkten auf Spitzen balanciren, so entsteht, wenn die ganze Vorrichtung in den magnetischen Meridian gestellt und der eine Magnet, z. B. *NS*, aus seiner Ruhelinie herausbewegt und zum Traversiren genöthigt wird, durch die Bewegung des Magnets momentan ein inducirter Strom in dem Multiplikator, der wiederum auf den Magnet *ns* wirkt und diesen zur Traversirung nach entgegengesetzter Seite anregt. Dieselbe Erscheinung zeigt sich, wenn man nur über den einen Pol einer leicht beweglich aufgehängten schweren Magnetnadel eine hohle Drahtspirale von feinem übersponnenen Kupferdrahte schiebt, deren Höhlungsdurchmesser so groß ist, daß die Nadel in ihr kleine Oscillationen machen kann, ohne mit den Drahtwänden in Berührung zu kommen, und man die beiden weit fortgeführten Drahtenden der Spirale mit den Enden einer ihr ganz gleichen, in der ebenfalls eine Magnetnadel von obiger Beschaffenheit schwebt, wie im vorigen Versuche, innig verbindet.

Sobald die Nadel in der einen in Schwingungen versetzt wird, fällt auch durch die Wirkung der elektrischen Induktion die Nadel in der andern Spirale in Schwingungen von derselben Amplitude. Es ist leicht denkbar, daß, wenn die eine Nadel entfernt und statt ihrer der Pol eines Magnets in die Spirale gehalten wird, dieselben Resultate sich ergeben werden. Es erstreckt sich diese Wirkung inducirter Ströme in die weitesten irdischen Fernen hin, so daß mit ihnen ein eben so bequemes als einfaches Mittel an die Hand gegeben ist, durch Uebereinkunft in der Bedeutung der zwei Richtungen der Ablenkung der Magnetnadel, welche diese unter der Einwirkung derselben erfährt, Gedanken auf eine für Andere, die mit der Deutung dieser Signale nicht vertraut sind, geheime Weise von einem Orte zu einem weit entfernten andern mitzutheilen. (S. 99.) —

Die Leichtigkeit, mit der sich inducirte Ströme von gleicher Stärke erhalten lassen, hat auch Veranlassung gegeben, sich ihrer zu Erforschung der Leitungsfähigkeit der Metalle für die Electricität zu bedienen. Man schließt auf die größere Leitungsfähigkeit eines Drahtes von einem bestimmten Metalle, wenn er bei gleicher Länge und Stärke mit einem andern, zu einer Spirale gewunden, eine in dieser schwebende Magnetnadel weiter ablenkt als dieser. Die Naturf. von Baumgartner u. s. w. 1839, S. 568 u. ff.

§. 94.

Durch den Magnetismus der Erde und der Lage
inducirte Ströme.

Nach den Versuchen der Physiker Antinori und Nobili (zu Florenz) lassen sich inducirte Ströme selbst durch den Magnetismus erwecken, der dem Eisen durch den Einfluß des tellurischen Magnetismus ertheilt wird. (S. 65.) Steckt man in die Höhlung der oben (S. 92.) beschriebenen Drahtspirale statt des magnetischen Stahles einen starken unmagnetischen Stab von weichem Eisen *): so wird in dem Augenblicke die neutralisirte Nadel

*) Möglichst weiches und geschmeidiges Eisen, welches bekanntlich auch zu Elektromagneten das geeignetste ist, ist zum Gelingen dieses Experimentes am besten, da solches sowohl durch Streichen mit einem Magnete als

des damit verbundenen Multiplikators abgelenkt, wo die Spirale mit ihrer Achse in dem magnetischen Meridiane in die Richtung der magnetischen Inklination gehalten oder wieder aus dieser entfernt wird. Faraday wiederholte diese Versuche mit der Abänderung, daß er erst die (mit einem 300 F. langen und $\frac{1}{20}$ Z. dicken Kupferdraht umwundene) Pappröhre in die Richtung der magnetischen Inklination stellte, und dann den Eisenstab, nachdem er diesen zur Entfernung jeder Spur von Magnetismus bis zum Rothglühen erhitzt und dann wieder hatte erkalten lassen, in sie steckte; wobei er dieselben Resultate erlangte, als ob er von oben her die Nordhälfte eines Magnets oder von unten her die Südhälfte in die Spirale geschoben hätte. Bewegt man, während der Eisenstab in ihr fest liegen bleibt, die Röhre schwingend auf und ab, so daß das eine Ende des Stabes in der Inklinations-Ebene abwechselnd nach oben und nach unten gerichtet ist: so kann, wenn diese Bewegungen mit den Oscillationen der Multiplikator-Nadel zusammenfallen, die Ablenkung derselben bis zu einem Bogen von 150—160° erweitert werden. Die bei diesen Versuchen erweckten Ströme stellen sich so unzweideutig dar, daß selbst in Uebereinstimmung mit der Erfahrung, daß auf der nördlichen Erdhälfte der Nordmagnetismus vor dem Südmagnetismus prävalirt, von dem abwärts geführten Nordpole ein intensiverer Strom beobachtet wird, als von dem aufwärts geführten Südpole. (S. 56.) — Nach Faraday wird selbst unmittelbar durch die inducirende Wirkung des Erdmagnets ein schwacher Grad von Magneto-Elektricität in der Spirale excitirt (S. 65.) und eine Ablenkung der Nadel veranlaßt, wenn man jene (ohne daß ein Eisenstab hineingeschoben ist) in der Richtung der Neigungsnadel hält, und dann schnell umkehrt und in die entgegengesetzte Stellung bringt. Näheres über derlei erdmagnetische Ströme später. (S. 101.)

auch durch den Einfluß des in dem Erdballe wirkenden Magnets leichter magnetisch wird, als sprödes und dem Stahle in seiner Beschaffenheit näher liegendes, welches zwar die einmal angenommene magnetische Kraft länger und fester an sich bindet, als weiches, aber nicht so leicht Magnetismus annimmt, als dieses.

§. 95.

Durch Elektricität (unmittelbar) erzeugte inducirte Ströme. Extra- oder sekundäre Ströme. Induktions-Phänomene beim Deffnen der galvanischen Kette. Drahtbündel statt des massiven Eisenkern's. Induktions-Erscheinungen bei Entladung der Leidner Flasche.

Aber nicht bloß durch Magnetismus werden inducirte Ströme hervorgebracht, sondern auch direkt durch Elektricität, ohne vorher durch diese erregten Magnetismus. (S. 93.) Es bedarf nur der nahen Lage eines isolirten Leiters an den von einem elektrischen Strom durchzogenen Leiter, um jenen durch Induktion elektrisch zu machen. Zum Beweise dessen umwicke man einen Cylinder mit einem langen mit Seide übersponnenen oder überfirnißten Kupferdraht in schraubenförmigen Windungen, die nicht dicht an einander liegen; winde dann in die frei gebliebenen Zwischenräume in entgegengesetzter Richtung einen andern eben so beschaffenen und vorbereiteten Draht ein, so daß der Cylinder von zwei parallel laufenden Spiralen umgeben ist. Hierauf verbinde man die amalgamirten Endstücken der einen Spirale mit den beiden Elementen einer einfachen galvanischen Kette: so wird, durch den die so geschlossene Spirale durchströmenden elektrischen Strom, in der neben ihr eingewundenen andern Spirale ebenfalls ein elektrischer Strom eingeleitet (inducirt), der, wenn die Spirale durch Verbindung ihrer Enden mit den Nerven eines präparirten Froschschenkels oder mit den Drahtenden eines Multiplikators geschlossen ist, sich durch Zuckungen in jenen oder durch Ablenkung der Magnetnadel in diesem (beim Wiederöffnen der galvanischen Kette nach entgegengesetzter Seite) und überhaupt durch dieselben Erscheinungen sich ausweist, welche in S. 92. u. 97. als Wirkungen inducirter Ströme aufgezählet sind. Die Einrichtung der Apparate zu Erregung von derlei inducirten Strömen läßt die verschiedensten Abänderungen zu. Nach Faraday werden selbst durch Annäherung eines Drahtes an einen Rheophor inducirte Ströme in jenem hervorgerufen, wenn die beiden Drähte nur im Zickzack oder in Form eines W oder überhaupt so neben einander gebracht werden, daß sie eine Strecke lang neben einander hinlaufen.

Man pflegt diese inducirten Ströme auch Extra- oder sekundäre Ströme zu nennen; eine Bezeichnung, die auch für die durch Magnetismus erregten (magnetoelektrischen) paßt, wenn man mit Ampère den Magnetismus seinem Wesen nach als das Resultat elektrischer Ströme ansieht. (S. 63, 71 u. 86.) Im Gegensatz zu diesen heißen dann die ursprünglichen elektrischen Ströme, durch deren inducirende Wirkung sie erregt werden, primäre Ströme.

Faraday hat auch zuerst gezeigt, daß nicht nur ein Strom während seines Verschwindens einen Strom von gleicher Richtung in einer jeden in seiner Nähe befindlichen und einen geschlossenen Leiter bildenden Metallmasse, sondern auch in dem Schließungsdrahte selbst erzeugt, durch den er floß — und daß er sich dadurch in seiner Wirkung verstärkt. Aus dieser Selbstverstärkung eines Stromes ist die Erklärung zu der ebenfalls von Faraday gemachten Entdeckung zu entnehmen, daß man, den bisherigen Erfahrungen entgegen, nach welchen Erschütterungen des menschlichen Körpers (physiologische Wirkungen) nur mit einer Volta'schen Säule, die aus vielen Plattenpaaren besteht, bewirkt werden können (S. 47.), diese Wirkung auch durch Anwendung einer einfachen Kette erzielen kann, wenn diese geöffnet wird und der Schließungsdraht sehr lang ist. Noch intensiver werden diese Wirkungen, wenn der lange Schließungsdraht zu einer Spirale aufgewunden ist; indem dann bei dem Öffnen der Kette das damit verbundene Verschwinden des elektrischen Stromes aus jeder einzelnen Windung des Drahtes auf die nebenliegenden Windungen inducirend wirkt, und dadurch eine neue Verstärkung des Stromes vermittelt — und noch intensiver, wenn in der Spirale ein weiches Eisen liegt, das durch die Umkreisung des Stromes magnetisch wird, wo dann durch das bei der Unterbrechung des Stromes erfolgende Verschwinden desselben in der Drahtspirale auch die elektrischen Ströme in dem Eisen (welche nach Ampère den Magnetismus in diesem bedingen) aufhören, und dadurch eine abermalige Verstärkung des Stromes bei seiner Unterbrechung herbeigeführt wird. Magnus hat in sehr instruktiven und umfassenden Versuchen die Verhältnisse erforscht, durch welche diese Verstärkungen durch Induktion von Strömen modificirt werden. Sein Apparat dazu ist eine Hare'sche Zinkkupferkette, in welcher jede Platten-

spirale 1 □ F. Oberfläche hat. In jede der Platten ist ein Quecksilbernapfchen zur Aufnahme der beiden Schließungsdrähte gelöthet, und neben jedem dieser Napfchen eine messingene cylinderförmige 5" lange und 1¼" dicke Handhabe. Als leitende Flüssigkeit dient verdünnte Schwefelsäure. Dazu gehört ein Elektromagnet (von 140 Pf. Ziehkraft) in Hufeisenform, 14" lang und etwas mehr als 1" dick; auf dessen Schenkel beiderseits eine Messinghülse (Fig. 46.) geschoben ist, um welche etwa 1400 F. umspinnener dünner Kupferdraht gewickelt sind, so daß auf jede Hülse die Hälfte kommt. Faßt man mit benehten Händen die beiden Handhaben des galvanischen Apparates, während der Elektromagnet mit ihm in Berührung ist, und hebt man durch Herausnehmen der einen Platte den Schluß der Kette auf: so empfindet man Zuckungen in den Handgelenken, die nach Belieben verstärkt und geschwächt werden können. Verstärkt werden sie, wenn der elektrische Strom der Kette langsam — vermindert, wenn er schnell abgebrochen wird. Um diese Verschiedenheit zu gewahren, öffnet man die Kette nicht durch Ausheben des einen oder andern Erregers, sondern stellt zu diesem Behufe zwei etwas weite Quecksilbernapfe auf, welche mit dem elektrischen Apparate in Verbindung stehen, und in welche die Drahtenden des Elektromagnetes anderseits eingetaucht sind. Wird bei Unterbrechung der Kette der eine der Drähte aus dem Quecksilber rasch und senkrecht herausgehoben, so erscheinen die Zuckungen nur schwach; sehr stark dagegen werden sie empfunden, wenn man den Draht allmählig und in schräger Richtung herausnimmt und dadurch seine Trennung von der Oberfläche des Quecksilbers verlangsamt. Der Schlüssel zu dieser Erscheinung liegt darin, daß, wenn die Unterbrechung der Kette sehr schnell geschieht, keine Leitung mehr für den durch das Verschwinden des elektrischen Stromes inducirten Strom mehr zugegen, und sein Entstehen daher unmöglich ist; während auf der andern Seite durch ein langsames Entfernen des Drahtes seine vollkommene Bildung in der ganzen Masse des Drahtes möglich gemacht wird. Wenn während dieses Versuches die Pole des Elektromagnetes mit einem Anker geschlossen sind, so werden die Zuckungen äußerst schwach empfunden, wovon Magnus als Grund bezeichnet, daß der Anker, sobald er an den Magneten angelegt wird, mit entgegengesetzten Polen selbst magnetisch wird, und dadurch die Wirkung des erstern und seine in-

ducirende Kraft auf die Drahtspirale aufhebt, so daß nur derjenige Strom allein zur Wirksamkeit kommt, den der Leitungsdraht durch Induktion auf sich selbst erregt.

„Wenn — bemerkt Magnus — der Schließungsdraht allein, ohne alles Eisen, angewendet wird, zu welchem Ende die Schenkel des Magnetes aus den Drahtspiralen herausgenommen werden: so bekommt man ungleich stärkere Zuckungen, als diejenigen, welche bei eingebrachtem Eisen mit angelegtem Anker erfolgten. Hieraus geht hervor, daß die Wirkung des Ankers nicht allein darin besteht, die Wirkung der Induktion aufzuheben, sondern daß derselbe noch eine andere Wirkung ausübt, welche der Induktion des Drahtes auf sich selbst entgegen wirkt. Es darf übrigens nicht unerwähnt bleiben, daß die Zuckungen, die bei Anwendung des spiralförmigen Schließungsdrahtes allein erhalten werden, nur wenig schwächer sind, als die, welche nach Einführung des Eisens ohne Anker erfolgen. Ohne Zweifel rührt die geringe Verstärkung durch das Eisen davon her, daß bei dem angewandten Elektromagneten die Masse des Drahtes sehr bedeutend ist zu der des Eisens, und daß deshalb die inducirende Wirkung des Drahtes auf sich selbst ebenfalls so bedeutend ist, im Vergleich zu der des Eisens auf den Draht, daß diese letztere kaum in Betracht kommt. Wird ferner, um auch die inducirende Wirkung des Eisens auf den Draht allein zu erhalten, der Magnet wieder in die Drahtspiralen gesteckt, hierauf der Anker angelegt und nun die Leitung unterbrochen, so bleibt der letztere an dem ersten hängen; ein Zeichen, daß das Eisen noch magnetisch ist, was aber, da der Draht geöffnet ist, nicht von einem in diesem vorhandenen Strome kommen kann. Werden nun die Handhaben, welche an den Enden des Drahtes befestigt sind, in den befeuchteten Händen gehalten, und dadurch eine leitende Verbindung zwischen den Enden des Drahtes mittels des Körpers hergestellt, und alsdann der Anker abgerissen; so erhält man eine Zuckung, die stärker oder schwächer ist, je nachdem der Anker plötzlich abgerissen oder nur abgeschoben wird. Diese Zuckungen sind offenbar nur eine Wirkung der Induktion des Eisens auf den Draht. So lange der Anker an dem Eisen haftet, hebt er die magnetische Wirkung desselben auf. Werden aber beide getrennt, so verschwindet der Magnetismus und es entsteht durch Induktion ein Strom in dem Draht, der von gleicher Richtung ist, als der,

welcher den Magnetismus in dem Eisen erzeugt hat. Wenn der eben erwähnte Versuch so abgeändert wird, daß, während man die Handhaben in den befeuchteten Händen hält, zugleich eine metallische Verbindung zwischen den Enden des Drahtes Statt findet, die in dem Augenblicke unterbrochen wird, wo man den Anker von dem Eisen trennt: so erhält man eine außerordentlich heftige Zuckung, eben so stark, als von einer mäßig geladenen Leidner Flasche. Diese starke Wirkung scheint davon herzufließen, daß für das Entstehen des inducirten Stromes beim Abreißen des Ankers ein geschlossener Leiter vorhanden seyn muß. Besteht dieser, auch nur theilweise, aus einem schlechten Leiter, wie der menschliche Körper ist: so wird kein so starker Strom entstehen können, als bei Anwendung eines vollkommenen metallenen Leiters. Wird ein solcher vollkommener metallischer Leiter in dem Augenblicke unterbrochen, wo der Strom schon in ihm entstanden ist, und tritt dabei, statt der metallischen Verbindung, die Verbindung durch den Körper ein: so wird der nun in dem metallischen Leiter gebildete stärkere Strom durch den Körper gehen, und also eine stärkere Zuckung veranlassen, als wenn bei dem Entstehen des Stromes die Leitung nicht vollkommen metallisch ist. Besonders auffallend aber ist es, daß in diesem Falle die Zuckung, welche allein von der inducirenden Wirkung des Eisens herrührt, ungleich stärker ist, als die Zuckungen, welche, durch Anwendung eines Elektromagneten ohne Anker, beim Öffnen der Kette erhalten werden, wiewohl bei diesen nicht nur das Eisen, sondern auch der Schließungsdraht selbst inducirend wirkt. Hiervon liegt der Grund darin, daß eine Volta'sche Kette zwar ein in sich geschlossener Leiter ist, der aber zum Theil aus einem vollkommenen Leiter, dem metallischen Schließungsdraht, zum Theil aus einem weniger vollkommenen, nämlich der Flüssigkeit, besteht, die zwischen den Platten steht. In einem so beschaffenen geschlossenen Leiter wird niemals ein eben so starker Strom durch Induction entstehen können, als in einem durchgängig metallischen. Es wird deshalb die inducirende Kraft des Eisens beim Abreißen des Ankers in dem durchgängig metallischen Leiter einen viel stärkeren Strom erzeugen, als die inducirende Kraft des Eisens und des Schließungsdrahtes in dem unvollkommenen Leiter, den die Kette darbietet. Es ist überhaupt denkbar, daß die Wirkung eines galvanischen Stromes viel stärker seyn würde, wenn bei seiner Er-

zeugung kein feuchter Leiter angewendet zu werden brauchte, so daß der Schließungsdraht durch eine metallische Leitung in sich zurückkehren könnte; gerade so, wie dieß bei den durch Induktion erregten Strömen der Fall ist.“ *Pog. Ann.* Bd. 35, S. 413. Bd. 38, S. 417.

Neuff hat mit Hülfe seines unter dem Namen eines „Bligrades“ bekannten Apparates (S. 97.) die durch Magnet-Electricität bewirkte Verstärkung des Entladungsschlages einer einfachen Volta'schen Kette so modificirt, daß er eine rasche Reihenfolge von kräftigen magnet-elektrischen Entladungsschlägen hervorzubringen im Stande ist. Es ist hierzu eine einzige um einen Eisernen gewundene Spirale erforderlich. Man setzt das eine Ende derselben mit dem einen Pole der Kette in Verbindung, das andere aber mit dem vertikalen Entladungstreifen, welcher mit seinem obern umgebogenen Ende auf den isolirenden Einsatzstücken des Bligrades liegt, welches letztere wiederum mit dem andern Pole der Kette in Verbindung steht. Verbindet man sodann Quecksilbergefäße mit den Enden der Spirale, und taucht die mit kupfernen Cylindern bewaffneten Hände in diese ein: so empfindet man, wenn das Bligrad gedreht wird, durch den hiermit verbundenen raschen Wechsel im Öffnen und Schließen der Kette, fortdauernde heftige Zuckungen in den Armen, die nicht minder unangenehm für das Gefühl sind, als wenn die Kupfer- und Zinkmasse der einfachen Kette in vielen kleinen Platten zu einer Volta'schen Säule über einander geschichtet wäre.

Von Munké ist die Verstärkung eines ursprünglichen elektrischen Stromes durch die Wirkung eines Induktions-Multiplikators auch sehr schön beim Öffnen einer Thermo-Säule gezeigt, und damit zugleich ein evidenter Beweis für die Identität des thermo-elektrischen mit dem hydro-elektrischen Stromes geliefert worden. (S. 106.)

Nach einer zuerst von Sturgeon und Bachhoffner gemachten Wahrnehmung werden die beim Öffnen einer einfachen galvanischen Kette entstehenden Zuckungen ausnehmend verstärkt, wenn man statt eines einfachen massiven Eisens ein Bündel von Eisendrähten, z. B. Stricknadeln, in den mit der Kette verbundenen Induktions-Multiplikator (am Besten gerade in die Mitte der Spirale) bringt; wobei es gleichgültig ist, ob die angewendeten Drähte von weichem Eisen oder gut gehärtete Stahldrähte, wie z. B.

die englischen Stricknadeln, sind, wohl aber der Effekt noch vergrößert wird, wenn die Drähte durch Ueberspinnen mit Seide von einander isolirt und so lang sind, daß sie zu beiden Seiten aus der Spirale etwas herausragen. In gleicher Weise werden nach Magnus, der die Erklärung dieses sonderbaren Phänomens sich zum eifrigen Studium machte, die Zuckungen auch verstärkt, wenn, statt des vorher in der Spirale liegenden cylindrischen Eisenkerns, ein Rohr von dünnem verzinnem Eisenblech, von demselben Umfange als der massive Cylinder, oder auch ein Rohr mit dickern Wänden, z. B. das Fragment eines Flintenlaufes, das aber seiner Länge nach aufgeschlitt ist, eingeschoben wird. Pogg. Ann. Bd. 48, S. 95. Wiederholungen dieser Versuche in dem Induktions-Multiplikator thermo-elektrischer Apparate geben gleiche Resultate.

Bisher war hauptsächlich von der durch Galvanismus erzeugten elektrischen Induktion die Rede. Durch Rieß, Henry, Matteucci, und andere Physiker ist aber verificirt, daß auch in einem dem Schließungsdrahte einer Leidner Flasche nahe stehenden geschlossenen Leiter während der Entladung jener, ein Nebenstrom von einer gewissen Richtung erweckt wird, der, wenn der Leiter an irgend einer Stelle eine Unterbrechung hat, in der Gestalt eines Funkens sichtbar wird und außerdem, wie jeder andere sekundäre Strom, durch physiologische, thermische, magnetische und elektrische Wirkungen, ja! selbst durch Rückwirkung auf den primären Strom, sich bemerkbar macht. Rieß in Dove's Repert. 1842. Bd. 6. S. 206 u. fg. und in P's. Ann. Bd. 47. S. 55., Bd. 50. S. 1., Bd. 51. S. 177 und 751. Henry und Rieß empfanden Erschütterungsschläge, als sie die mit Handhaben versehenen Enden eines Knäuels von 3800 Fuß überspannenem Kupferdraht, der in einer, von außen mit 60 F. eines (mit Band isolirten) Kupferstreifens umwickelten, Glasglocke lag, mit beiden Händen faßten, und mit den Enden jenes Kupferstreifens eine Leidner Flasche entluden. Die erwärmende Wirkung des Nebenstromes gewahrte Rieß mit Hülfe zweier über einander gelegter durch eine Glasröhre getrennter Drahtspiralen, von 8 und bezüglich 16 Fuß Länge. In die, den sekundären Strom leitende Spirale waren 12 Zoll Platindraht eingeschaltet, der in die Kugel eines kleinen Luftthermometers ging, und durch den leisesten Strom so erwärmt wurde, daß die Flüssigkeit des Thermometers sich bewegte. Der

magnetisirenden Eigenschaft des Nebenstromes kam Rieß durch Hülfe zweier Drahtspiralen auf die Spur, von denen die eine, aus $7\frac{1}{2}$ F. Kupferdraht bestehend, um eine $5\frac{1}{2}$ Zoll lange und $7\frac{1}{2}$ Linien dicke Glasröhre in 81 Touren, und die andere 10 F. lange über eine größere zweite Glasröhre von 4 Zoll 9 Linien Länge und $4\frac{1}{2}$ Linien Weite, gelegt war. Die weitere Röhre war über die engere gestülpt. Als er die Enden der äußern Spirale mit einer kleinen Spirale, in der eine Nähnadel lag, leitend verband und mit der innern Spirale eine elektrische Batterie entlud, fand er, daß die Nadel magnetisch geworden war. Henry versicherte sich von derselben Wirkung durch ein ähnliches Verfahren. Er befestigte einen 30 F. langen schmalen Streifen Zinnfolie spiralförmig auf der innern Seite eines hohlen 6 Z. weiten Glaszylinders, und einen ähnlichen Streifen, mit jenem parallel, auf der äußern Seite. Die Enden des erstern setzte er mit einer kleinen Drahtspirale in Verbindung, in welche er eine noch nicht magnetisirte Compasnnadel gelegt hatte. Diese wurde magnetisch, sobald er eine geladene Flasche durch die äußere Spirale entlud. Marianini beobachtete das Magnetischwerden eines weichen Eisendrahtes an der Bewegung einer über diesem balancirenden Magnetnadel, als er den sekundären Strom durch eine Schraube von Kupferdraht leitete, die um den Eisendraht aufgerollt war. Um den elektrischen Effect des Nebenstromes wahrzunehmen, darf die ihn aufnehmende Spirale nicht geschlossen seyn, sondern sie muß eine Unterbrechung haben, wie zur Sichtbarmachung eines Funkens. Man bringt dann ihre beiden Enden auf die entgegengesetzten Flächen eines nicht zu dünnen Harzkuchens, wo dann bei dem Eintritt des Stromes die bekannten Lichtenberg'schen Figuren sich gruppiren. Mit Beihülfe eines Condensators lassen sich selbst die beiden Bestandtheile dieser Art von Induktions-Electricität isolirt ansammeln und untersuchen. Chemische und galvanometrische Wirkungen damit auszuführen ist Rieß bis jetzt vergeblich bemüht gewesen. Desto befriedigender sind aber dessen Untersuchungen über die Richtungen, über die Rückwirkung des Nebenstromes auf den Hauptstrom, und über die übrigen Eigenschaften und Verhältnisse desselben ausgefallen. Repertor a. a. D. S. 211 bis 256.

Bei der Gleichheit der atmosphärischen Electricität mit der durch

Kunst erzeugten ist die Kenntniß der inducirten Ströme für die Anlegung von Blitzableitern von Wichtigkeit, da, wenn in der Nähe der Kommunikations- oder Ableitungstangen sich größere Metallmassen befinden, welche mit jenen nicht in leitende Verbindung gebracht werden, es leicht geschehen kann, daß der in den Stangen herunterschießende Blitz einen Nebenstrom in dem Metalle erzeugt, welcher eben so verheerend wirken kann, als der Blitz selbst. — Als eine Wirkung der elektrischen Induktion ist auch der schon oft tödtlich gewesene Seiten- oder Rückschlag beim Einschlagen des Blitzes zu betrachten. (S. 24.)*

§. 96.

Funkenströme, durch Magnet-Elektricität erzeugt. Verschiedene magneto-elektrische Funken-Apparate. **Vigii'scher** magneto-elektrischer Rotations-Apparat. **Pohl's** elektromagnet-elektrische Maschine.

Die erste Erscheinung, durch welche Faraday die Gegenwart eines magneto-elektrischen Stromes wahrnahm, war ein Licht-Phänomen, nämlich ein elektrischer Funke. Das Verfahren, das er zu Hervorbringung desselben einschlug, besteht der Hauptsache nach darin, daß er den mit vielen Drahtwindungen umgebenen Anker eines starken Hufeisenmagnets (der bald ein gewöhnlicher, bald ein durch Galvanismus temporär erzeugter war), während das eine Ende des Drahtes in Quecksilber eingetaucht, das andere Ende aber der Oberfläche des Quecksilbers möglichst nahe gehalten wurde — rasch von dem Magnete abriß und dann eben so rasch wieder an die Pole desselben ansetzte. Es entstand dann im Augenblicke der Trennung und Schließung des Ankers zwischen dem freien Ende des Drahtes und dem Quecksilber ein kleiner elektrischer Funke, der sich durch wiederholtes schnelles Abreißen und Aufsetzen des Ankers in einer Sekunde mehrere Mal sichtbar machen ließ. Da es sehr schwer hält, das eine Drahtende gerade in dem Augenblicke, wo der Anker abgerissen oder angelegt wurde, nahe genug an die Oberfläche des Quecksilbers zu bringen: so änderten mehrere Physiker, namentlich Strehlke und Faraday selbst, die Vorrichtung auf verschiedene Art ab. Die Strehlke'schen Abänderungen versinnlicht Fig. 47, a und b, die Faraday's Fig. 48. Der Anker des Hufeisenmag-

netz **NS** (Fig. 47 a.), der etwa 10 Pfund Ziehkraft hat, ist in seiner Mitte mit 50 Touren von übersponnenen $\frac{1}{4}$ Linie dickem Kupferdraht umwickelt, dessen Enden 6 Zoll lang von Seide entblöst und so gebogen sind, daß sie in **c** mit einander in inniger aber leicht aufzuhebender Berührung stehen. Reißt man den Anker rasch von den Polflächen des Magnets ab oder setzt man ihn schnell an dieselben an, so kommt in **c**, indem die Drähte bei dieser Bewegung etwas von einander fahren, der Funke zum Vorschein. Dasselbe geschieht auch, wenn der Anker nur von Einem Fuße des Magnets abgehoben wird. Bei dem Anker Fig. 47 b. springt bei derselben Manipulation der Funke zwischen zwei mit Salpetersäure und Quecksilber eingeriebenen und dadurch spiegelblank gemachten Kupferplättchen **C** und **D** über, welche an die Enden der um den Anker liegenden Drahtspirale angelöthet sind und sich leicht berühren, und durch die mit dem schnellen Aufsetzen oder Abreißen des Ankers, in den elastischen und leicht federnden Drähten entstehende Erschütterung in eine vibrirende Bewegung gerathen, wobei sie sich momentan von einander trennen. In Fig. 48. wird der Funke durch einen Stabmagnet, selbst ohne Anker, auf die einfachste Weise hervorgeholt. Das eine Ende einer Drahtspirale **K** von 20 Fuß übersponnenem Kupferdraht, die um eine Pappröhre **AB** gelegt ist, trägt ein amalgamirtes Kupferplättchen **C**, auf welches das rechtwinkelig gebogene andere Ende des Drahtes mit seiner ebenfalls gut amalgamirten Spitze **D** senkrecht gerichtet ist. In das obere Ende der Röhre ist ein Holzstab **E** leicht beweglich eingepaßt. In die untere Oeffnung wird ein starker Magnetstab **N** geschoben. Dieser erzeugt einen Strom in dem Drahte und trennt zugleich, indem er das Holzstück **E** gegen den Querdraht bewegt, die Spitze **D** von dem Plättchen **C**, so daß zwischen beiden der Funke sichtbar wird. Statt des Stabmagnets kann auch der eine Schenkel eines Hufeisenmagnets eingebracht werden.

Uebereinstimmend mit einander gaben später Strehlke und Faraday ihren Apparaten noch eine andere Einrichtung, bei welcher der, behufs der gegenseitigen Berührung der Drahtenden im Augenblicke des Abreisens und Anschließens, mit der nöthigen Vorrichtung versehene Anker fest gemacht und dagegen der (aus fünf über einander gelegten großen Hufeisenmagneten bestehende) Magnet be-

weglich ist, so daß er an den Anker leicht angeschoben und wieder abgerückt werden kann *). Allein auch mit diesem Apparate, so wie mit mehreren andern nach ihm gefertigten, unter denen zwei von Ritchie erfundene genannt zu werden verdienen, von denen eine Beschreibung aus Pogg. Ann. (Bd. 32, S. 541.) und aus den Philos. Transact. for 1833. (Part. 2, p. 313.) in Gehler's n. phys. Wörterb. (Bd. 6, Abth. 2, S. 1175) aufgenommen worden ist, lassen sich immer nur einzelne, in Absätzen erscheinende, Funken und kein Funkenströmen erzeugen. Um dieses zu erzeugen, ist vorzüglich der von den Gebrüdern Pixii (in Paris) erfundene (sehr kostspielige) magneto-elektrische Rotations-Apparat geeignet. Fig. 49 giebt eine rohe aber gut verständliche

*) Ein neuerer vorzüglicher Apparat von Böttger, an welchem der Anker eine ganz besondere Form hat, besteht aus einem Magnete von 50 bis 60 Pf. Tragkraft, der aus drei gleichschenkligen Lamellen zusammengesetzt ist, und dessen Pole 2 Z. von einander abstehen. Der Anker selbst (Fig. 47. c), von ihm ein Spizenanker genannt, besteht aus zwei, durch eine dünne Achse mit einander verbundenen Würfeln von weichem Eisen AB, AB, deren Flächen $1\frac{1}{2}$ Z. Seite haben. Um die Achse desselben sind 160 Windungen von $\frac{2}{3}$ Linie dickem und übersponnenem Kupferdraht gelegt, dessen Enden eine Strecke lang von Seide entblößt und, nachdem sie in der Nähe der Würfel durch Seidenfaden befestigt wurden, wegwärts gebogen sind. An das eine Ende des Drahtes, der 4 Z. weit fortgeführt ist, ist eine einen Pfennig große und blank polirte Kupferplatte C angelöthet, mit dem etwas längern andern dagegen ein Pinsel D von ganz feinem übersilberten Kupferdraht (von der Stärke, wie er zum Ueberspinnen der D Saite auf der Guitarre verwendet wird) verbunden. Man fertigt diesen Pinsel, indem man den feinen Draht etwa 20 Mal zusammenschlägt, und den so erhaltenen Drahtbündel in einer Länge von $\frac{1}{2}$ Z. quer durchschneidet, so daß die Spizen sämtlich in Einer Ebene liegen. Der Pinsel steht mit seinen Spizen mit der Kupferplatte in schwacher Berührung, so daß bei dem Ansetzen und Abziehen des Ankers von den Polen des Magnets diese momentan unterbrochen wird, wobei dann mehrere helle Funken zugleich zwischen den Spizen und der Platte sichtbar werden. Mit Hülfe dieses Spizenankers machte Böttger die interessante Entdeckung, daß sich elektrische Funken erzeugen lassen, ohne daß der Anker von dem Magnete ganz abgerissen wird. Man erhält sie nämlich, wenn man die beiden Würfel des Ankers mit den beiden Händen faßt, und denselben durch Hin- und Herneigen der Kanten eine recht schnelle schaukelnde Bewegung ertheilt.

Vorstellung von ihm. Ein starker Hufeisenmagnet **NCS** von etwa 7" Höhe, dessen Schenkel aufwärts gerichtet sind, ist durch irgend einen Mechanismus zum schnellen Drehen um seine Achse **C** eingerichtet — und über ihm, seinen Polen gegenüber, als Anker ein runder, hufeisenförmig gebogener und 3" hoher Stab aus weichem Eisen an einem besondern Gestelle unbeweglich befestigt. An die Schenkel des Ankers sind zwei, nach dem Schema von Fig. 46 aus Messingblech gefertigte, hohle Cylinder **DD** angeschoben, deren Ränder auswärts gebogen sind. Um diese Cylinder ist ein mit Seide umsponnener, etwa 150 Fuß langer (und $\frac{1}{2}$ Pf. schwerer) Kupferdraht so nach Einer Richtung gewunden, daß auf jeden Cylinder die Hälfte des Drahtes kommt. Das Abgleiten der über einander liegenden Drahtwindungen wird durch die umgebogenen Ränder derselben verhütet. Die amalgamirten Enden der Drahtspirale sind seitwärts gebogen, und entweder beide mit ihren Spitzen möglichst nahe über der Oberfläche von reinem Quecksilber, das sich in einem schicklichen Gefäße befindet, angebracht, oder nur das eine Ende nahe über dieser befindlich und das andre Ende in dasselbe völlig eingetaucht. Bringt man den Magnet in schnelle Rotation (durch ein zweckmäßiges Getriebe kann diese leicht so accelerirt werden, daß zehn Umdrehungen in einer Sekunde erfolgen): so wird, indem die Polflächen des Magnets ganz nahe unter den Schenkelflächen des Ankers vorübergleiten, bei Annäherung der Magnetpole an die Ankerschenkel, in diesen rasch hinter einander abwechselnd derselbe und der entgegengesetzte Magnetismus erweckt, und durch die damit vereinbarte Bewegung der magnetischen Kraft in der Drahtspirale eben so oft gleiche und entgegengesetzte elektrische Ströme durch Induktion hervorgerufen, die an der Quecksilberfläche von dem einen Drahtende der Spirale zu dem andern in Gestalt lebhafter Funken übergehen.

Weniger kostspielig als die Pyritische Maschine ist, bei fast gleicher Wirksamkeit, ein von Pohl eingerichteter magnet-electrischer Apparat, bei dem ein starker Elektromagnet in Hufeisenform den Strom erzeugt. Die 12" langen und $1\frac{1}{4}$ " dicken Schenkel des Hufeisens sind mit $\frac{1}{4}$ " dickem Kupferdraht umwunden. Durch einen einfachen Desagrator von 2 □ Z. Oberfläche, der in, mit 12 Theilen Wasser verdünnte, Salpetersäure getaucht ist, und mit dessen Elementen die Drahtenden in Verbindung sind, wird demselben eine

Ziehkraft von fast 2 Centnern ertheilt. Der dazu gehörige hufeisenförmige Anker trägt an jedem seiner Schenkel eine 5 Pfund wiegende Drahtspirale, die aus 900 \mathcal{F} . von $\frac{1}{2}$ '' dickem Kupferdraht besteht. Anker und Magnet stehen fest und sind mit ihren Polflächen in Berührung, indem die Bewegung und inducirende Wirkung der magnetischen Kraft durch Schließen und Öffnen der Kette bewerkstelligt wird. Pogg. Ann. Bd. 34, S. 184. Einen ähnlichen Apparat hat (ebendas. Bd. 46, S. 104. und Bd. 50, S. 236.) Neeff veröffentlicht.

§. 97.

Physiologische, chemische, thermische, magnetische und elektrische Wirkungen der Magnet-Elektricität. Der Gyrotrop oder Commutator. **Neeff's** Blihrad. Medicinische Anwendung der Induktions-Elektricität.

Außer dem stetigen Funkenstrome lassen sich durch eine gut eingerichtete magnet-electrische Maschine auch alle übrigen Wirkungen in einer Stärke hervorbringen, wie sie nur die mächtigsten galvanischen Batterien und die größten Elektricitätsmaschinen zu leisten im Stande sind.

Durch die Drähte des abwechselnd abgerissenen und wieder angefügten Ankers wird, wenn sich dieser Wechsel oft hinter einander wiederholt, Wasser, welches mit jenen in Berührung und der besseren Leitung wegen mit etwas Schwefelsäure versetzt ist, eben so in seine gasförmigen Bestandtheile zerlegt, wie durch die Rheophoren einer galvanischen Säule. (S. 50.) Da hierbei die Art des Stromes nicht dieselbe bleibt, sondern dieser bei jedem halben Umlaufe des Magnets in dem Leitungsdrahte seine Richtung umkehrt, und folglich abwechselnd bald derselbe, bald der entgegengesetzte Strom eintritt: so entwickelt sich an jeder der beiden in das zu zersetzende Wasser eingetauchten Drahtspitzen bald Hydrogen-, bald Oxygengas, so daß sich in jedem der beiden zur Auffangung der sich entwickelnden Gase über das Wasser gestürzten Recipienten ein Gemisch von beiden, also Knallgas, ansammelt. Pohl brachte mit seinem Apparate eine Zersetzung des Wassers in derselben Stärke, wie mit einer großen Säulen-Batterie von 50 Plattenpaaren hervor. Ein magneto-electrischer Funke, in das Gefäß mit Knallgas schlagend, entzündet dieses;

ein feiner Platindraht, zwischen die Drahtenden eingeschlossen, wird bis zum Glühen heiß. (S. 49.) Die Goldblättchen eines mit dem Volta'schen Condensator verbundenen Elektrometers werden bei dem Gange einer starken Maschine zur Divergenz gebracht *).

Bringt man das eine Drahtende des Ankers mit dem innern, das andere mit dem äußern Belege einer Leidner Flasche in Verbindung, so wird diese in wenigen Augenblicken elektrisch geladen. (S. 48.) Faraday machte selbst Stahlnadeln auf die gewöhnliche Weise magnetisch, indem er sie in eine Glasröhre brachte und den inducirten Strom durch einen um diese gewundenen Draht entlied. (S. 78.) Dove gab einem Stabe von weichem Eisen Magnetismus, indem er dazu einen mit Hülfe eines Hare'schen Deflagrators geschaffenen und mit starkem Kupferdraht umwickelten hufeisenförmigen Elektromagneten von 1 Ctr. Tragkraft benutzte. Als Anker legte er an diesen einen geraden cylindrischen Eisenstab von 30 Pfd. Tragkraft, der ebenfalls mit Kupferdraht umwunden war und dessen Drahtenden mit den Enden einer Spirale verbunden waren, welche um den zu magnetisirenden Stab von weichem Eisen lag. Als er die galvanische Kette schloß, fand er diesen Stab momentan magnetisch, so daß sich unter ihm liegende Eisenfeile aufrichtete, und der Pol einer ihm genäherten Magnetenadel abwechselnd, je nachdem bei dem Schließen und Öffnen der Kette der inducirend wirkende Magnetismus in Bewegung kam (S. 92.), angezogen oder abgestoßen wurde. (S. 81.) D. u. M. Repert. Bd. 1, S. 312.

Auch schwächere Elektromagnete, als der von Dove gebraucht, die man inducirend wirken läßt, versagen diese magnetische Wirkung nicht. Verbindet man z. B. die freien Drahtenden **CD** des (in §. 93. beschriebenen) magneto-elektrischen Ringes (Sg. 44.) statt mit dem Multiplikator mit den Enden einer hohlen Drahtschraube, die eine Glasröhre, in welcher sich eine kleine Stahlnadel befindet, eng umschließt, während die Enden **EF** des Ringes die Pole des

*) Merkwürdig ist, daß von mehreren Physikern die Wirkung auf das Elektrometer nicht beobachtet werden konnte. Man zweifelte deshalb lange an der elektrischen Wirkung der Magneto-Electricität; bis dieselbe endlich durch die Pyrii'sche Maschine Bestätigung bekam.

Volta'schen Apparates tangiren, so findet man die Nadel, wenn man sie aus der Glasröhre herauszieht, ebenfalls magnetisch. Hebt man die Verbindung des Ringes mit dem Elektromotor auf, während die Nadel noch in der Röhre liegt, so zeigt sie keine magnetische Polarität; weil bei dem Deffnen der Kette ein inducirter Strom von entgegengesetzter Richtung entsteht, durch welchen die Wirkung des erstern wieder aufgehoben wird. (S. 92.) Nur zuweilen bleibt hierbei ein schwacher Grad von Magnetismus in der Nadel übrig, was aus dem Erfahrungssatze, daß zur Vernichtung der magnetischen Kraft im Eisen ein intensiverer elektrischer Strom erfordert wird, als zur ursprünglichen Erzeugung derselben, erklärbar ist — aber keineswegs zu dem Trugschlusse verleiten darf, daß die Intensität des ersten inducirten Stromes größer sey, als die des entgegengesetzten zweiten.

Der a b l e n k e n d e n Wirkung einfacher magneto-elektrischer Ströme auf die Direktion der Magnetnadel geschah schon oben Erwähnung. Dieselbe Wirkung bringt auch die magnetische Rotationsmaschine hervor, wenn die Drahtenden des Multiplikators mit den Stromträgern derselben verbunden werden, — eine Erscheinung, die auffallen muß, da schwer zusammen zu reimen ist, wie die Nadel abgelenkt werden kann, da entgegengesetzte Ströme von gleicher Stärke, die sich in ihrer Wirkung auf die Nadel gegenseitig aufheben, schnell auf einander folgen. Indessen bestätigt die Erfahrung, daß die Nadel allerdings aus ihrer Richtung nach der Seite abgezogen wird, nach welcher sie schon vor dem Eintritt der inducirten Ströme in den Multiplikator-Draht einen kleinen Ausschlag hatte. Weicht z. B. ihre anfängliche Lage etwas nach Osten ab, so geht sie unter Einwirkung der Ströme auch nach dieser Seite weiter aus ihrer Richtung. Poggendorff, von dem diese Entdeckung abstammt, nimmt zu ihrer Erklärung eine inducirende Wirkung des Stromes auf die Nadel an, durch welche bei den Umkehrungen desselben die Pole der Nadel umgekehrt, oder wenigstens Schwankungen in der Intensität ihres Magnetismus erzeugt werden.

Die physiologischen Wirkungen bleiben hinter diesen nicht zurück. Convulsivische Bewegungen in den Muskeln eines präparirten Frosches werden schon durch schwache inducirte Ströme erzeugt. (S. 92.) Zu Erschütterungen des menschlichen Körpers sind intensivere erforderlich. Bringt man den eignen Körper in den Entla-

dungsreis eines kräftigen magneto-elektrischen Rotations-Apparates
 entweder dadurch, daß man die Enden der Rheophoren (oder noch
 besser kupferne Cylinder, die daran gelöthet sind) mit nassen Händen
 faßt, oder dadurch, daß man die Hände in ein Gefäß mit (gesäuertem)
 Wasser taucht, in welches die Drahtenden eingesenkt sind: so
 empfindet man wegen der raschen Aufeinanderfolge der einzelnen
 Ströme, wodurch diese in ihrer Wirkung sich gegenseitig verstärken,
 wie dieß auch bei der Entladung einer Volta'schen Säule geschieht,
 die Erschütterungen in den Gelenken der Arme und durch die
 Brust so heftig, als kämen sie aus einer voll geladenen elektrischen
 Flasche von beträchtlichen Belege, oder von den Polen einer 80- bis
 100plattigen galvanischen Säule; wobei die Hände erstarren, oder
 convulsivisch zittern, und das Vermögen verlieren, sich willkürlich zu
 bewegen. Man hat daher bereits angefangen, die Magnet-Elek-
 tricität in denselben Fällen als Heilmittel anzuwenden,
 wo auch die galvanische und gewöhnliche Maschinen-
 Elektricität anwendbar sind; vor denen sie allerdings den unbe-
 strittenen Vorzug hat, daß (durch langsames oder schnelleres Ro-
 tiren des Magnets oder, wo dieser ruht, des Ankers) auf eine viel
 weniger umständliche Weise die Stärke der elektrischen Stöße in dem
 für den individuellen Fall erforderlichen Grade abgemessen werden
 kann *). —

*) Durch welche Eigenthümlichkeiten in ihrer Wirkung auf den thie-
 rischen Organismus die Magnet-Elektricität zu neuen und
 größern Hoffnungen berechtigt, als den bisherigen Erfahrungen nach die
 Reibungs- und Berührungs-Elektricität erfüllen zu können schien, darüber
 weiß man noch nichts Bestimmtes. Indessen fehlt es nicht an Aerzten,
 welche, von der Heftigkeit der Erschütterungsschläge des magneto-elektrischen
 Rotations-Apparates überrascht, den Besitz desselben als eine unentbehrliche
 Vermehrung ihres Heilapparates ansehen, darüber Elektricitätsmaschine und
 Volta-Säule — wie einst die Perkin'schen Traktoren — der Vergessen-
 heit gern überlassen und, einzig und allein der quantitativen Kraft ihrer
 Maschine vertrauend, sich derselben als einer besondern Heilpotenz in den
 verschiedensten Krankheitsformen bedienen — auf die Gefahr hin, nach
 einiger Zeit dieselbe eben so unbefriedigt wieder verlassen zu müssen, wie
 andere heroische Heilmittel, mit denen man vergeblich Wunder zu erreichen
 gedachte, weil man entweder ihren Werth überhaupt überschätzte, oder
 deren specifisches Wirkungsvermögen nicht der nöthigen Aufmerksamkeit

Da man bei manchen chemischen Versuchen, z. B. bei der Zersetzung des Wassers, und bei dem Laden einer Leidner Flasche eines anhaltenden Stromes von derselben Art oder Richtung bedarf, an den magneto-elektrischen Maschinen aber, wo durch Rotation eines Magnetes im schnellen Wechsel bald der eine, bald der andere Pol desselben mit dem nämlichen Scheitel des Ankers in (vorübergehende) Berührung kommt, und durch diesen Wechsel auch abwechselnd momentane Ströme in entgegengesetzter Richtung entstehen, welche sich in ihren Wirkungen vernichten: so können die genannten Wirkungen mit dergleichen Apparaten nur dann erhalten werden, wenn die von der Drahtspirale des Ankers ausgehenden Leitungsdrähte so geordnet sind, daß sie den Strom in dem Augenblicke unterbrechen, wo der entgegengesetzte eintreten will, und dann den ersten wieder herstellen. An den vollkommenen Induktions-Apparaten ist daher, um fortdauernd einen gleichnamigen Strom zu bekommen, eine besondere Vorrichtung, der Gyrotrop (von $\gamma\upsilon\omicron\sigma$, Kreis, und $\tau\epsilon\acute{\rho}\omega$, ich wende) oder Commutator, Inversor genannt, angefügt, durch welche die magneto-elektrische Kette schnell hinter einander periodisch geöffnet und geschlossen, und bei jedesmaliger Schließung der Strom umgekehrt wird, so daß die entgegengesetzten Funken gar nicht erscheinen, sondern der Strom ununterbrochen nach der nämlichen Richtung fortfließt. Mit Hilfe einer solchen Einrichtung wird es dann möglich, bei der Zersetzung des Wassers die gasförmigen Bestandtheile desselben isolirt an jedem in dieses getauchten Drahte aufzufangen, während außerdem Drygen und Hydrogen vermischt emporsteigen. Der Gyrotropen und Commutatoren sind mehrere erfunden worden. August, der statt des erstern Namens die Benennung Rheotrop vorschlägt (weil nicht die Bahn, sondern der Strom in der Bahn umgewendet wird), beschreibt eine Vorrichtung dieser Art, die auch ohne Figur verständlich ist und aus einem horizontal liegenden Kupferringe besteht, dessen metallenes Continuum an zwei diametral sich gegen-

würdigte. Ob durch Neeffs Erfindung des Wligrades, durch welches die Wirksamkeit der galvanischen Säule und, bei gleichzeitigem Gebrauche eines Induktions-Multiplikators, selbst einer einfachen galvanischen Kette (§. 95.) in medicinischer Hinsicht so bedeutend erhöht werden kann, der Gebrauch magneto-elektrischer Apparate in den Händen der Aerzte beschränkt werden wird, wird die Zukunft lehren.

über liegenden Stellen durch eingesezte Glasstücke unterbrochen ist, und innerhalb welchen der mit Drahte umgebene Anker an vertikaler Achse rotirt, so daß die beiden Enden seiner Drahtumwindung mit Reibung an dem Kupferringe vorüber streifen. Der Kupferring selbst steht mit zwei Quecksilbernäpfchen durch Drähte in Verbindung, in welche die durch Induktion erregte Elektrizität vermittelst des Kupferinges und der Drahtenden des Ankers abgeleitet wird. Wenn letztere bei der Umdrehung des Ankers an den Glasstellen des Ringes vorüberstreifen, wird der elektrische Strom eine kurze Zeit aufgehoben, und dadurch bewirkt, daß in den einen Quecksilberbehälter nur positive, in den andern nur negative Elektrizität sich entladet. Den einfachsten und dem Zwecke am vollkommensten entsprechenden Commutator hat Jakobi, und einen auf ähnlichen Principien beruhenden (wegen der Schnelligkeit, mit der damit der elektrische Strom abgebrochen und wieder hergestellt werden kann, unter dem Namen „Blitzrad“) Neeff angegeben. Der von Jakobi erfundene ist in Fig. 43. b abgebildet und S. 90. beschrieben worden. Für magneto-elektrische Versuche wird derselbe aber dahin abgeändert, daß die Zahl der hebelartig gestalteten Kupferstreifen, deren dort vier auf der Peripherie der Commutatorscheiben spielen, noch um zwei eben so eingerichtete vermehrt ist, welche mit ihrem kurzen Theile ebenfalls in besondere Quecksilbergefäße eintauchen, wovon der erste aber mit seinem längern Arme, statt auf dem Rande einer Scheibe, auf der Kupferröhre zwischen der ersten und zweiten Scheibe, und der andere ebenso auf der Kupferröhre zwischen der dritten und vierten Scheibe leicht beweglich ruht. Die Drähte **NO**, welche an der den Commutator tragenden Achse zu diesem führen, sind weg zu denken. In die Quecksilbergefäße **a** und **c** kommen aber, wie dort, die amalgamirten Enden derjenigen Drähte, durch welche der elektrische Strom entladen werden soll, und in die beiden, in der Zeichnung vermißten, Quecksilbergefäße der eben beschriebenen Kupferstreifen, welche auf den Kupferröhren hingleiten, die beiden Enden desjenigen Drahtes, in welchem der Strom umgekehrt werden soll. Wird die Achse mit den Scheiben gedreht, so ist klar, daß diese die elektrische Strömung nur durch diejenigen Kupferstreifen fortleiten können, welche eben den metallischen Rand berühren, und daß die Leitung derselben durch diejenigen Streifen unterbrochen wird, welche über das nicht leitende Ein-

fahstück hinweggleiten. Die Umdrehung des Instruments wird durch eine Handhabe bewirkt, die in 1 Sekunde leicht zwei Mal den Umlauf macht, wodurch die Umkehrungen sehr vervielfacht werden können.

— Neeffs Blihrad (Fig. 50.) besteht nur aus Einer Kupferscheibe, $1\frac{1}{2}$ Linien dick und $6\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, welche nicht in vertikaler, sondern in horizontaler Richtung vermittelst einer in ihrer Mitte unten angelötheten vertikalen kuppernen Achse sich dreht, welche 3 Z. hoch und 3 bis 4 L. dick ist, und durch einen Bügel von Messing in ihrer aufrechten Stellung erhalten wird. Das Fußgestelle, ein viereckiges Brett, über welchem das Rad sich befindet, hat in der Mitte eine mit Kupfer ausgelegte und mit Quecksilber angefüllte Grube, in welcher das untere konisch geformte Ende der Achse spielt. Auf der Oberfläche der Kupferscheibe selbst sind an der Peripherie in der Richtung der Radien 36 Stücke von einer isolirenden Substanz, jedes 10 L. lang und 3 bis 4 L. breit, eingefügt, und zwar so nahe an einander, daß zwischen ihnen nur ein 2 bis 3 L. breiter Zwischenraum, der von dem Kupfer ausgefüllt ist, sich befindet. In der Zeichnung sind der Deutlichkeit wegen nur 18 Einsatzstücke dargestellt. Der andere Haupttheil der Maschine ist ein 7 L. breiter und $\frac{1}{2}$ L. dicker senkrechter Kupferstreifen, welcher seitwärts auf dem Fußbrette befestigt und oben in einen Winkel umgebogen ist, mit welchem er auf der Peripherie der Kupferscheibe ruht. Wird die Scheibe gedreht, was mittels eines nahe in der Mitte derselben angebrachten Knopfes geschieht: so gleitet sie abwechselnd mit den isolirenden Einsatzstücken und den zwischen diesen befindlichen Kupferbrücken unter dem gebogenen Ende des Kupferstreifens hin. Es springt in die Augen, daß, wenn während des Umdrehens der eine Pol eines elektrischen Apparates mit der Achse der Scheibe (am bequemsten durch leitende Verbindung mit dem Quecksilber der Pfanne, in welcher jene sich dreht) und der andere mit dem senkrechten Kupferstreifen in leitender Verbindung ist, der elektrische Entladungskreis bei jeder Umdrehung der Scheibe 36 Mal geschlossen und geöffnet wird. Dreht man die Scheibe schneller, z. B. 4 Mal in 1 Sekunde, so werden diese abwechselnden Schließungen und Öffnungen in demselben Verhältnisse vermehrt, so daß man deren leicht in 1 Minute gegen 10,000 erhalten kann. Wegen dieser raschen Abwechslungen kann man sich bei therapeutischen Zwecken des Instrumentes mit großem Vortheil

bedienen, um die Wirkung galvanischer Säulen auf die Nerven zu erhöhen und zu vervielfältigen, wenn man diese auf eine passende Art in den Entladungskreis einschaltet. Die Entladungsschläge treffen, bei einigermaßen rascher Umdrehung der Scheibe, den Körper mit solcher Schnelligkeit, daß die Muskeln eben so heftig und krampfhaft zucken, wie bei der Anwendung einer magneto-elektrischen Rotationsmaschine nach der von Ettingshausen angegebenen Einrichtung. (S. 98.) Der Anwendung des Blitzrades für magneto-elektrische Entladungen, namentlich zur Herstellung einer continuirlichen magneto-elektrischen Kraftäußerung ist S. 95. gedacht worden. — Eine besondere Art von Gyrotropen wird noch von August angeführt, um bei Elektromagneten die Umkehrung des Stromes ohne Verlegung der Zuleitungsdrähte zu bewirken (in Fischers Lehrb. der mech. Naturl., bearb. v. Dr. F. C. August, Berl. 1840, Bd. 2, S. 230.) und ein anderer von Pohl (in Pogg. Ann. Bd. 34, S. 185.), den er an seinem hydro-elektrischen Apparate für die durch diesen inducirte Elektrizität erfunden hat.

§. 98.

Stärkster magnet-elektrischer Rotations-Apparat von Ettingshausen's. Rieß's, Saxton's und Clarke's Maschinen. Allmähliche Kraftverminderung der magnet-elektrischen Apparate. Mittel, ihr wider aufzuhelfen.

Mit weit mehr Bequemlichkeit, als die Pyri'sche Maschine gewährt (S. 96.) und auf eine weniger kostspielige Art wird in einigen magneto-elektrischen Apparaten ein fast continuirlicher Strom von Funken dadurch erzeugt, daß nicht der Magnet, sondern der Anker, der zugleich eine andere Gestalt hat, mittelst eines Schwungrades vor den Polen des Magnets vorüber schnell um eine Achse gedreht wird. Auf diese Weise ist der bis jetzt bekannte stärkste Rotations-Apparat des Professors von Ettingshausen eingerichtet, der sich besonders zum Gebrauch für Aerzte eignet, und der in etwas abgeänderter Form in der neuesten Zeit von dem Professor Keil (aus München), dem als Besitzer eines Geheimnisses in Verfertigung künstlicher Magnete von starker Ziehkraft dem

Publikum bekannten Reisenden *), in mehreren großen Städten Deutschlands gezeigt wurde, — dessen Einrichtung aber außerdem von verschiedenen Mechanikern bald auf diese, bald auf jene Art verändert worden ist. Figur 51, a und b, geben eine Ansicht des Apparates im Aufriß und von oben nach der möglichst vereinfachten Anordnung, nach welcher ihn der Hofmechanikus Bogenhard (in Weimar) fertigt **). AA ist ein horizontal liegendes starkes magnetisches Magazin in Hufeisenform, das aus sieben, 12 Z. langen und verhältnißmäßig breiten, fein polirten Stahlmagneten besteht, welche mit den gleichnamigen Polen über einander geschichtet sind, durch drei Schrauben aaa in ihrer Lage fest gehalten werden und auf zwei hölzernen Füßen ff (Fig. 51. a) ruhen, welche auf dem hölzernen Gestelle gg errichtet sind. Die mittlere Lamelle ist stärker als die übrigen, und ragt nebst zwei benachbarten Lamellen mit ihren Polen schnabelartig vor den andern vor ***). Der Anker besteht aus einer läng-

*) Aus einer Nachricht in Hufeland's Journ. d. pr. Heilkunde, Bd. 80, St. 1, S. 86 ist ersichtlich, daß Prof. Reil schon im Jahre 1827 im Besitze des Geheimnisses, starke künstliche Magnete zu fertigen, war, und daß er dieses gegen Erlegung einer entsprechenden Entschädigung den dasselbe Wünschenden mittheilte. — Den sehr kräftigen magnet-elektrischen Rotations-Apparat desselben hatte der Verfasser, während seines Aufenthaltes in Weimar im Jahre 1839, Gelegenheit zu sehen, wo derselbe auch einige andere feine elektro-magnetische nach eigener Angabe gefertigte Apparate mit sich führte.

***) Die hier beschriebene Rotations-Maschine ist die stärkste unter denen, welche bis jetzt der genannte Künstler gearbeitet hat und welche zu prüfen der Verfasser Veranlassung hatte. Seine Einrichtung läßt nichts zu wünschen übrig. Er kostet gegen 100 Thlr. — ein Preis, der bei der Genauigkeit und Feinheit, mit der alle Theile des Instrumentes gefertigt sind, und bei dem anständigen und eleganten Aeußern desselben, das in der Zeichnung nicht wiedergegeben werden konnte, sehr gering erscheinen muß. Zu ebenso billigen Preisen und mit derselben Sachkenntniß werden in dem Atelier des Hrn. Bogenhard auch alle andern in das Gebiet der Experimental-Physik einschlagenden Apparate geliefert. Einer Empfehlung verdienen hier besonders noch ihrer starken Ziehkraft willen dessen Elektromagnete (mit Robert'scher Zinkeisenkette).

****) Man glaubt gewöhnlich, durch die Einrichtung, daß man an den zu magnet-elektrischen Maschinen genommenen magnetischen Batterien die mit-

lichten viereckigen Platte von ganz weichem Eisen **BB** (F. 51. a. u. b), an welcher zwei kurze massive Cylinder **hh**, die an ihren Quersflächen

telste Lamelle (oder drei derselben in der Mitte) schnabelartig vor den übrigen mit ihren Polen hervorragend läßt, die Wirkung derselben zu unterstützen; indem man von der Idee ausgehen scheint, daß hierdurch, wie bei der Armirung natürlicher Magnete, die magnetische Kraft sämtlicher Lamellen auf eine kleinere Fläche concentrirt und dadurch in ihrer Aeußerung verstärkt werde; (§. 57.) — allein die Erfahrung lehrt das Gegentheil, und, daß das Maximum der Ziehkraft zusammengesetzter Magnete nur dann erreicht wird, wenn alle Lamellen dieselbe Länge haben und mit ihren Polflächen in Einer Ebene liegen. Der Verfasser kennt selbst unter mehreren guten Rotations-Maschinen, an denen die einzelnen Magnete nach dieser Manier geordnet sind, eine in den Händen eines Dilettanten, welche nur aus fünf gleich langen magnetischen Lamellen besteht, die aber fast von derselben Stärke ist, wie die oben beschriebene mit 7 Lamellen — ohne daß die Wirksamkeit derselben etwa durch eine größere Zahl von Drahtwindungen oder sonst vollkommnere Einrichtung bedingt wird. Dr. Böttger, der sich seit Jahren mit der Anfertigung starker Stahlmagnete bemüht, spricht (in Pogg. Ann. 1840, No. 5.) dieser Erfahrung das Wort, indem er hinzufügt, daß, wenn dergleichen zusammengesetzte Magnete benutzt werden sollen, der anzusetzende Anker so abgeschliffen werden müsse, daß er in allen Punkten an den Polflächen der einzelnen Magnete recht innig anschließt; und macht bei dieser Gelegenheit auf zwei andere wichtige Umstände, die auf die Ziehkraft zusammengesetzter Magnete influiren, aufmerksam. Der eine betrifft die Stärke der einzelnen Lamellen. Magnete aus vielen dünnen, höchstens 2 Par. Linien starken, Lamellen sollen wirksamer seyn, als Magnete mit nur wenigen aber dicken Lagen; und zwar aus dem Grunde, weil dünne Lamellen sich besser und gleichmäßiger härten lassen und deshalb einen stärkeren und dauernderen Magnetismus annehmen, als dickere, welche zugleich das Unangenehme haben, daß sie beim Härten sich sehr leicht verziehen. Der zweite Punkt gilt der gegenseitigen Berührung der einzelnen Lamellen des zusammengesetzten Stahlmagnetes. Er tabelt die hergebrachte Meinung, nach welcher die einzelnen Lamellen sich in allen Punkten ihrer Oberflächen genau berühren und sich gegenseitig decken sollen, und will, um des größten Effektes gewiß zu seyn, die einzelnen Lagen durch dazwischen gelegtes Wachs-papier absichtlich von einander getrennt wissen. Von der Wichtigkeit dieser Ver-

runde vorstehende Eisenplatten *c c, c c* tragen, angeschraubt sind — und befindet sich dem Magnete so gegenüber, daß die vordern Eisenplatten den beiden Magnetpolen fast bis zur Berührung nahe sind. Um jeden der massiven Eisencylinder, welche die Schenkel des Ankers bilden, liegt ein Knäuel von 8—900 Umwindungen aus dünnem, durch Ueberspinnen mit Seide isolirtem Kupferdrahte. Die beiden von Seide eine kleine Strecke entblößten Drahtenden eines jeden Drahtknäuels sind mit den gegenüber befindlichen des andern durch einen Knoten zusammengeschürzt und dadurch in metallischer Berührung mit einander. In Fig. 51. b sind diese beiden Drahtverbindungen (bei dieser Stellung des Ankers der eine oberhalb, der andere unterhalb der gleich zu beschreibenden Spindel *D*) durch Punkte angedeutet. In seiner Lage wird der Anker durch eine horizontale, zwischen den Schenkeln des Hufeisenmagnets liegende Spindel *D* erhalten, welche in der Mitte der Ankerplatte *BB* eingeschraubt ist, mit ihrem andern Ende an einer stählernen Spitze *d* (Fig. 51. b) spielt, und an zwei Stellen ihrer Länge durch zwei auf das Fußgestell *g g* (Fig. 51. a) aufgeschraubte starke messingene Träger *h h* unterstützt wird. An die Spindel ist ein Würtel von Buchsbaumholz *k* (Fig. 51. b) angeschraubt, der durch eine endlose Schnur mit einem messingenen Schwungrade *ll* (Fig. 51. a) verbunden ist, welches an einer starken, auf dem Fußgestelle vertikalen Säule von Messing *E*

hältnisse soll man sich leicht überzeugen können, wenn man sich einen kleinen Magneten aus Uhrfedern fertigt, jede Feder durch Papier von der andern absondert, ihn sodann genau abwägt und hierauf seine Tragkraft mit der eines andern Magnetes vergleicht, der eben so schwer ist, aber aus weniger und dickern Lagen, zwischen die kein Papier geschoben ist, zusammengesetzt ist. — Mullins stellt die Behauptung auf, daß die Kraft der magnet=elektrischen Maschinen erhöht werde, wenn der Bogen an den einzelnen Hufeisen abgeschnitten und die Stelle desselben durch ein gleichgeformtes angesehtes Stahlstück ersetzt würde; allein Nitche widerlegt dieses durch das Faktum, daß zwei senkrecht stehende gerade Magnetstäbe, die eben so stark magnetisirt sind, als ein Hufeisen, auf den darüber an einer Wage schwebenden Anker viel weniger kräftig wirken, als dieses, und pflichtet der Behauptung Mullins nur für den Fall bei, wenn, wie häufig, die Hufeisenmagnete nur an den Enden gehärtet seyen.

in vertikaler Ebene sich bewegt. Auf dem Kopfe der Säule ist eine Schraube *m* befindlich, um das Zapfenlager des Schwungrades, wenn der Schnurlauf angespannt oder erschlafft werden soll, höher oder tiefer zu rücken; durch eine zweite horizontal wirkende Schraube *n* wird der konische Zapfen des Rades im Lager erhalten. Die Säule ist unten durchbrochen, um die Spindel *D* durch sich zu lassen. Eine schraubenförmige Vorrichtung in *o* (Fig. 51. *b*) dient dazu, die Spitze *d*, an welcher das hintere Ende der Spindel läuft, nach Bedürfnis, der ihr entsprechenden kleinen Pfanne der Spindel zu nähern oder aus ihr zu entfernen. Durch Drehen an der Kurbel des Schwungrades kann der Anker mit seinen Drahtwindungen in sehr schnelle Rotation versetzt werden, wodurch (ähnlich wie in dem Pyri'schen Apparate die Polflächen des Magnets) die Schenkelflächen des Ankers eben so schnell an den Polflächen des Magnets vorbeistreichen, und so in dem Anker durch magnetische Vertheilung wiederholt der nämliche und entgegengesetzte Magnetismus, und durch diesen wiederum in den Drahtwindungen eben so oft gleiche und entgegengesetzte Electricität inducirt wird. Um die Gegenwart der letztern durch Funkenströme sichtbar zu machen, ist weiter an die Ankerplatte *BB* ein messingener Bügel *pp* angeschraubt, von dessen Mitte ein Stift von Argentan *r* horizontal (in die Verlängerung der Spindel fallend) abgeht, über den ein Glasröhrchen und dann eine Hülse von Argentan geschoben ist. An dem Stifte sowohl als an der Argentanhülse sitzt eine aus zwei halbkreisförmigen und an der Peripherie zugeschärften eisernen Scheibchen, in der Weise wie Fig. 51. *c* es zeigt, zusammengesetzte Scheibe *t* und *t*, welche beide in Quecksilber spielen, das in einem besondern, mit einem abnehmbaren Deckel versehenen hölzernen Kästchen *C*, welches durch einen Schied in der Mitte in zwei Kammern *v* und *v* abgetheilt ist, sich befindet. Diese Scheiben sind es, welche den magneto-elektrischen Strom reguliren, indem sie durch zwei gebogene Drähte von Argentan *ww*, von denen der eine an dem oben genannten Stifte, der andere an der darüber geschobenen Hülse sitzt, mit den Enden des um die Schenkel des Ankers liegenden Drahtknäuels in leitender Verbindung stehen — welche Verbindung dadurch bewirkt ist, daß ein jeder der beiden Argentandrähte in den Knoten, welcher je zwei der Drahtspiralen-Enden vereinigt, mit seinem blank geschabten Ende eingeschoben ist. Durch diese Drahtverbin-

dungen mit den metallenen Scheibchen wird die inducirte Electricität, in einem mit der Stärke des Hufeisenmagnets und der Zahl der Drahtumwindungen des Ankers im Verhältniß stehenden Grade, in das Quecksilber, das hier bloß als gut leitende Flüssigkeit dient, fortgeführt und dadurch, daß bei der Drehung des Ankers, sobald ein Einschnitt *q* (Fig. 51. e) der Scheibchen aus dem Quecksilber herausgehoben wird, auch der elektrische Strom (bei jeder Rotation zwei Mal) unterbrochen wird, ein elektrischer Funke über der Quecksilberfläche hervorgelockt. Um diesen sehen zu können, ist der Deckel des Kästchens *C* oben mit Glas verschlossen, und damit bei dem Gebrauche der Maschine kein Quecksilber aus dem Kästchen nach außen dringe, an dem Argentanstift, da wo er in das Kästchen eingeht, eine kleine Scheibe von Wallroszahn angebracht, die sich an eine auf diese Stelle des Kästchens angeleimte Scheibe von feinem Leder anschmiegt. Die erste Scheibe ist in der Figur 51. a und b bemerkbar. An beiden Seiten des Quecksilberbehälters *C* sind metallene Haken eingesetzt, von denen der diesseitige *i* (Fig. 51. b) in das Quecksilber der linken, der jenseitige *s* in das der rechten Kammer desselben hineinreicht. In diese Haken werden die beiden Schließungsdrähte *z* und *z*, welche aus dicken geflochtenen Goldschnüren bestehen, und an den äußern Enden zu besondern (physiologischen) Zwecken mit starken kupfernen (massiven oder hohlen) Cylindern versehen werden, eingehängt. Um bei der Handhabung dieser Schnüre die Maschine nicht zu bewegen, sind sie auf jeder Seite um ein kleines Säulchen von Ebenholz geschlungen, von denen in der Zeichnung nur das vordere *y* (Fig. 51. a) sichtbar ist. — Die Funkenströme zeigen sich, wenn die Maschine schnell gedreht wird, mit solcher Licht-Intensität, daß das Auge den Glanz derselben kaum erträgt; und in gleichem Verhältnisse stellen sich auch die übrigen, physiologischen und chemischen Wirkungen derselben energisch dar. Wenn die Pole des Magnets durch Aufsetzen eines Ankers von weichem Eisen, *u* in der Figur 51. a, mit einander verbunden werden, so äußert sich die Wirkung des Apparates in schwächerem Grade — was sich aus S. 64. ohne Schwierigkeit erklären läßt.

Einen zu den meisten magnet-elektrischen Versuchen anwendbaren und seiner Einfachheit wegen empfehlungswerthen Apparat, durch den mittelst eines dreifachen Magnets von 14 Pfd. Tragkraft sehr

empfindliche Stöße ertheilt werden, hat Nieß angegeben und beschrieben in Dove's Repert. Bd. 1, S. 311. Nächst ihm verdient sodann noch einer rühmlichen Erwähnung der Rotations-Apparat Sarton's, in welchem, wie in dem v. Ettingshausenschen, der Anker, welcher aus vier mit isolirtem Draht umwundenen und an einem eisernen Kreuz befestigten Cylindern besteht, ebenfalls mittels Rad und Schnur vor dem aus zwölf horizontal liegenden platten Hufeisen zusammengesetzten Magnete vorübergeführt wird. Er wurde später von Clarke und Ritchie abgeändert, welcher letztere damit noch einen Apparat verband, um ein Gemenge von Wasserstoff und Sauerstoff durch den magneto-elektrischen Funken zu detoniren. In der Clarckschen Maschine sieht der sechslamellige Hufeisenmagnet mit den Polen nach unten gekehrt senkrecht, und der nur zwei Cylinder habende Anker rotirt an der Seite der letztern vorüber. Die Leistungen dieser Apparate sind nicht minder groß als die des Ettingshausenschen. Pogg. A. Bd. 39, S. 401 u. ff.

Ein unvermeidlicher und lästiger Uebelstand an allen magnet-elektrischen Maschinen ist, daß die dazu verwendeten Magnete durch das öftere Vorübergleiten (Abreißen) des Ankers an ihren Polen, und weil sie in Hinsicht auf ihre Ziehkraft lange Zeit unbeschäftigt liegen bleiben, allmählich sehr von ihrer magnetischen Kraft verlieren (S. 58.), wodurch die Wirksamkeit der Maschine herabgesetzt wird. Um dieser wieder aufzuhelfen, ist man genöthigt, den Magneten von Zeit zu Zeit ihre verlorne Stärke wieder zu ersetzen. Man bewirkt dieses

1) entweder durch wiederholte Magnetisirung mit einem Elektro- oder mit einem gewöhnlichen starken Streich-Magnete (S. 80.), oder

2) dadurch, daß man dem Magnete mittels eines angelegten Ankers allmählich wieder mehr Gewicht zu tragen giebt (S. 58.), oder

3) dadurch, daß man, wenn der Magnet aus mehreren Lamellen besteht, die Kraft derselben durch wechselseitiges Streichen neuerdings verstärkt (S. 64. u. 65.), oder endlich

4) in Ermangelung eines temporären oder gewöhnlichen Streichmagnets, und weil das zweite Verfahren, wegen der bei einem Uebermaße der eingehängten Last oder bei einer zufälligen Erschütterung leicht erfolgenden Abreißung des Ankers und dadurch herbeigeführten abermaligen Schwächung der magnetischen Kraft, in seinem Erfolge unsicher (§. 58.), das letzte Verfahren aber wegen des damit verbundenen Zeitaufwandes wenigstens sehr unbequem ist — nach Munké dadurch, daß man an den Grundflächen der einzelnen Lamellen 'und eben so auf die Seitenflächen derselben (um die Pole herum) nach und nach immer mehr Anker von weichem Eisen aufsetzt, bis zuletzt die Anker auf ihnen genähertes Eisen keine Anziehung mehr äußern, wo dann diejenigen von ihnen zuerst langsam zur Seite wieder abgezogen werden, welche am weitesten von den Polflächen entfernt liegen *).

§. 99.

Telegraphie mittels elektro-magnetischer und magnet-elektrischer Ströme. Physiologischer Telegraph.

Eine nützliche Anwendung von der Magnet-Electricität sowohl als von dem Elektro-Magnetismus sucht man gegenwärtig in England bei der Fernschreibekunst (Telegraphie) zu machen. Bei der Mangelhaftigkeit der gewöhnlichen, auf die Schnelligkeit der Bewegung des Lichtes sich gründenden Vorrichtungen (der sogenannten optischen Telegraphen), die in der Nacht und bei trüber Witterung auch am Tage fast ganz unbrauchbar oder wenigstens unzuverlässig sind, und außerdem den Fehler haben, daß bei ihnen viele Zwischenstationen sich nöthig machen, wodurch ein übertriebener Kostenaufwand verursacht, und; der Zweck einer möglichst schleunigen Correspondenz

*) Es soll durch die zuletzt beschriebene Methode die frühere Kraft der Magnete völlig wieder hergestellt werden können. Sie scheint aber vor der Fortmagnetisirung der einzelnen Lamellen, bei dem leicht zu erwerbenden Besitze eines Elektromagneten, abgesehen davon, daß sie den Gebrauch von einer Menge weiter nicht zu brauchender Anker erfordert, nichts voraus zu haben, da sie fast eben so mühsam ist, und einen eben so großen Zeitaufwand in Anspruch nimmt, als jene — wie denn auch der Erfinder derselben selbst gesteht, daß er durch Erfahrung darüber, wie viel Zeit die Herstellung der frühern Kraft der Magnete bei diesem Verfahren erfordere, noch nicht belehrt worden sey.

vereitelt wird — mußte der von Ampère ausgegangene Vorschlag hierzu eine um so bereitwilligere Aufnahme finden, als auch vorher wiederholte Unternehmungen, das elektrische Fluidum zum Träger der Gedanken zu machen und durch die vermittelt unter der Erde fortgeführter Drähte bewirkte Fortleitung des Funkens einer gewöhnlichen Elektrisirmaschine (der an dem entfernten Beobachtungsorte entweder durch Entzündung einer mit Knallluft geladenen Pistole oder durch die Lichterscheinung in einer mit verdünnter Luft gefüllten Flasche, oder endlich auch durch Erleuchtung der auf einer Glasaufstellung durch unterbrochene Staniolbelegung dargestellten Buchstaben Signale gab), Nachrichten schneller, als mit optischen Telegraphen geschehen kann, in die Ferne zu bringen *) — wegen der Schwierigkeit in der vollkommenen Isolirung der Metalldrähte, wieder aufgegeben werden mußten. Der Vortheil, den der inducirte oder galvanische Strom vor dem der Reibungs-Electricität zum Telegraphiren gewährt, liegt

*) Die Schnelligkeit, mit der die Bewegung des elektrischen Funkens erfolgt, ist nicht minder groß als die des Lichtes überhaupt, und in Bezug auf die durch Kunst hervorgebrachten allerschleunigsten Bewegungen so groß, daß diese gegen die seinige ganz verschwinden. Wheatstone stellte hierüber belehrende Experimente an. Bekanntlich erscheint eine Scheibe von Pappe (eine sogenannte Farbenspindel) — die man mit den sieben milden Farben des Regenbogens oder des prismatischen Sonnenbildes sektorenweise so bemahlt hat, daß (von den 360 Graden ihres Kreisumfangs, nach der Größe der Ausdehnung, welche nach Newton jede der sieben Farben in dem Regenbogen oder in dem durch Brechung in einem Glasprisma erhaltenen farbigen Sonnenbilde hat) ein Ausschnitt von 45° roth, der nächste von 27° orange, der folgende von 48° hellgelb, weiter der nächste von 60° grün, der darauf folgende von 60° hellblau, der vorletzte von 40° dunkelblau, und der mit diesem und dem rothen zusammenstoßende von 80° violet enthält — wenn man sie (nachdem sie zu diesem Zwecke mit ihrer durchbohrten Mitte auf einen dünnen Stift gesetzt worden ist), durch einen Schlag in der Richtung der Tangente in eine schnelle drehende Bewegung bringt, nicht mehr in den bunten Farben, womit sie bemahlt ist, sondern weiß (weißgrau), weil die Eindrücke, die die einzelnen Farben auf das Auge machen, wegen der Schnelligkeit der Bewegung, in dem Auge zusammenfließen. Erleuchtet man sie aber während ihrer Umdrehung durch den elektrischen Funken, den man aus dem Conduktor einer Elektrisirmaschine auf sie schlagen läßt: so scheint sie einen Augenblick still zu stehen, und jeder farbige Sektor derselben er-

zunächst darin, daß die Isolirung der Leitungsdrähte bei ersterem wegen der geringern Spannung der Elektrizität und wegen ihres daherigen geringern Bestrebens, sich seitwärts zu entladen *), leichter (schon durch Umwicklung derselben mit Seidenfäden, S. 76. u. 92.) bezweckt werden kann; ein zweiter aber darin, daß, weil wegen der wenigen Umstände, die mit der Isolirung verknüpft sind, eben so leicht mehrere Drähte neben einander hin von Station zu Station geführt werden können, mehr Mannigfaltigkeit in die Signale gebracht werden kann. — Die Signale selbst werden bei dem elektro-

scheint einzeln und deutlich in der ihm durch das Pigment gegebenen Färbung, wie im Ruhestande der Spindel. Eben so zeigt sich ein Wagenrad, welches sich so schnell dreht, daß seine Speichen nicht mehr sichtbar sind — wenn es durch einen Blitzstrahl erleuchtet wird, einen Augenblick mit allen seinen Speichen deutlich, als wenn es gar nicht umgedreht würde — was nur daraus erklärlich ist, daß das Licht des Blitzes erschienen und wieder verschwunden ist, ehe noch das Rad trotz seiner schnellen Bewegung einen bemerkbaren Raum zu durchlaufen Zeit gewinnen konnte.

*) In Faraday's neuestem Trogapparate wird die Elektrizität von 40 Plattenpaaren durch ein einfaches mit Wachs getränktes Papier isolirt, und Ermann fand bei Versuchen, die er auf der Havel anstellte, die Wirksamkeit eines galvanischen Stromes noch ungeschwächt, den er durch 130 F. und eben so weit frei durch Wasser leitete. Ähnliche Resultate erhielt Wasse bei Versuchen auf der Weser. Eine galvanische Batterie entlud sich durch eine Strecke von 500 F. im Wasser unter dem Gise, und durch einen eben so langen Draht über diesem. Da, er beobachtete die Entladung einer galvanischen Säule durch eine Erschütterung in den Gelenken der Arme, die er empfand, als er einen isolirt in einen Brunnen versenkten Draht mit der einen Hand und den Pol der Säule mit der andern Hand berührte, während ein Leitungsdraht von dem andern Pole der Säule mittelst eines angehängten Gewichtes eben so isolirt in einen andern Brunnen herabgelassen war, welcher 200 F. weit von dem ersten entfernt lag. Gilt. Ann. Bd. 14, S. 32. Demohngeachtet mag es seine Schwierigkeiten haben, den magneto- oder galvano-elektrischen Strom mit Drähten durch so bedeutend große Strecken, als bei dem Telegraphiren verlangt wird, nicht durch die Luft, sondern unter der Erde hin ungeschwächt fortzuleiten. Ob Ueberzüge der Leitungsdrähte mit Caoutchuk, die in England in Vorschlag gekommen sind, eine hinreichende Isolirung derselben in der Erde bewirken können, ist durch die Erfahrung noch nicht ausgemacht. —

magnetischen Telegraphiren an dem Beobachtungsorte durch astatische Multiplikator-Nadeln (S. 75.) gegeben, an deren jeder eine kleine leichte Scheibe von Kartenpapier befestigt ist, die auf jeder Seite mit einem einzelnen Buchstaben bezeichnet ist. Von jedem einzelnen Multiplikator geht ein Leitungsdraht nach der Station, wo der Fernschreiber sich befindet, welcher hier, indem er den einen oder den andern dieser Drähte mit dem Pole einer kleinen galvanischen Kette (nach dem Vorschlage Sömmerrings durch ein Tastenwerk) in Berührung bringt, durch den so erregten elektrischen Strom an dem Orte, wohin eine Nachricht gesendet werden soll, eine Drehung der Nadel eines Multiplikators nach Osten oder Westen und dadurch einen Buchstaben zum Vorschein bringt. Durch eine allgemeine Leitung, die, um die Zahl der Drähte nicht ohne Noth zu vermehren, in einem einzigen Drahte besteht, welcher mit dem zweiten Pole der galvanischen Kette in Verbindung ist, und an dem Beobachtungsorte alle andern Enden der Multiplikatordrähte in sich aufnimmt, wird die Schließung der Kette andererseits bewirkt. Sämmtliche Fortleitungsdrähte werden, in ein einziges Bündel zusammengebunden und mit Firniß überzogen, von einer Station zu der andern unter der Erde hingeführt. Zwischen Cook und Wheatstone ist auf einem Theile der großen westlichen Eisenbahn ein so eingerichteter electro-telegraphischer Apparat im Gange, an welchem zwei taubstumme Knaben die Signale besorgen. In einem andern von Davy in London aufgestellten Modell zu einem elektrischen Telegraphen, dessen innere Einrichtung aber geheim gehalten wird, bestehen die Signale in sämmtlichen Buchstaben des Alphabets, die auf mattgeschliffenes Glas gemahlt und, so lange der Telegraph nicht arbeitet, durch kleine (wahrscheinlich an Magnetenadeln befestigte) Schirme verborgen sind. An einer andern Stelle desselben Zimmers ist die kleine galvanische Batterie und eine Reihe von mit Kupferdrähten verbundenen Tasten befindlich, welche erstere an der Wand des Zimmers hingeführt sind und mit dem Kasten, in welchem die alphabetischen Signale sich befinden, in Communication stehen. Werden die Tasten niedergedrückt, so streicht ein galvanischer Strom durch den Kasten und die betroffenen Buchstaben werden sichtbar. Bei der Schnelligkeit, mit der diese Mittheilungen erfolgen, lassen sich in Einer Minute wenigstens zehn Worte buchstabiren, so daß eine Abkürzung in den Signalen gar nicht nöthig wird. Bei

Anwendung von nur sechs Drähten können nach des Erfinders Angabe mehrere hundert Veränderungen in den Signalen ausgeführt werden. Dabei ist wegen der geringen Intensität des galvanischen Apparates die Isolirung der Verbindungsdrähte äußerst leicht zu bewerkstelligen. — v. Canstadt bringt statt der Buchstaben Zahlen in Vorschlag, die sich auf ein Chiffer-Lexicon beziehen sollen, in welchem die einer jeden Zahl entsprechenden Worte aufgezeichnet sind. Fünf Multiplikator-Nadeln mit eben so vielen Scheiben, von denen die erste auf der einen Seite 0, auf der andern Seite 5, die zweite eben so 1 und 6, die dritte 2 und 7, die vierte 3 und 8 und die fünfte 4 und 9 zeigte, würden eben hinreichend seyn, die telegraphische Correspondenz zu vermitteln. Um zu verhüten, daß bei einer ungewöhnlich starken Wirkung der galvanischen Kette die Nadeln nicht in eine Kreisbewegung um ihre vertikale Achse gerathen (S. 76.), hat der Multiplikator an einer passenden Stelle eine Vorrichtung, welche die Drehung der Nadel über das Maximum ihrer Ablenkung von 90° hinaus verhindert. (S. 75.) v. Froriep, N. Notiz., Nov. 1837. Nro. 75. und Mai 1838, Nro. 120. —

So einfach und leicht ausführbar ein elektromagnetischer Telegraph nach dieser Schilderung scheint, und so günstig die Prüfung seiner Anwendbarkeit im Großen ausgefallen ist, so ist er doch mit einer Unbequemlichkeit verbunden, die daraus entspringt, daß die dabei gebrauchte galvanische Kette nicht immer mit gleicher Stärke wirkt (S. 37. 74.), wodurch leicht Verwirrung in die Signale kommen kann. Es muß daher als eine neue Vervollkommnung der elektrischen Telegraphie betrachtet werden, daß, statt der galvanischen Electricität, die inducirten elektrischen Ströme, welche durch Bewegung des Magnetismus erregt werden, vorgeschlagen worden sind, da diese mit der Zeit keine so merkliche Veränderung ihrer Stärke erfahren. Die erste Idee hierzu gab Gauss in Göttingen. Er gründete diese auf den S. 93. beschriebenen und in Fig. 45. bildlich dargestellten Versuch, bei welchem durch beliebige Bewegungen des Magnetes NS entsprechende Schwingungen des Magnets ns nach entgegengesetzter Seite hervorgebracht werden. Diese Ablenkungen des Magnetstabes (die eine nach Osten, die andere nach Westen) sind die zwei einfachen Signale der magnet-elektrischen Fernschrift, die aber durch die Stärke und Aufeinanderfolge der Ab-

weichungen des Magnetes ohne große Schwierigkeit sich noch vielfältigen lassen. Außerdem können aber auch alle übrigen Arten, inducirte Ströme zu erwecken, zur Vermittelung der Telegraphie nach dieser Methode in Anwendung gezogen werden. Ein besonderer Apparat, in welchem zwei Magnete, zusammen von 50 Pfund Schwere, inducirend wirken, ist ebenfalls von Gauß angegeben worden. Ebenso geschickt als scharfsinnig wußte der Professor Steinheil (in München) die Gauß'sche Idee dahin zu realisiren, daß er durch die in den Multiplikatoren bewegten Magnetstäbe zwei Glocken von verschiedener Tonhöhe zum Klingen bringen, und zugleich auf einem vermitteltst eines sinnreich erdachten Mechanismus von selbst sich aufrollenden Papierstreifen zwei Punkte über einander (den obern durch die Ausweichung des Magnetes nach Osten, den untern durch die nach Westen) darstellen läßt, durch deren gegenseitige Verbindung mit Hülfe gerader Linien die Schriftzeichen von dem Beobachter gebildet werden. Durch den hohen und tiefen Ton der Glocken und den hoch und tief liegenden Punkt auf dem Papiere spricht und schreibt der Telegraph in die Ferne; und es liegt nahe, wie durch kunstgerechte Verbindung der erscheinenden Punkte, und durch passende Beobachtung von Zwischenräumen zwischen den Signalen, die Zeichen von dem Fernschreibenden so vollzogen werden können, daß aus ihnen Worte sich combiniren lassen. Erscheinen z. B. durch die eingeleitete Bewegung des Magnets die elf Punkte (Fig. 52.) hinter einander auf dem Papiere, so sieht man ein, wie durch Verbindung derselben durch gerade Linien den Buchstaben **N**, **U**, **N**, ähnliche Schriftzeichen daraus formirt werden können, indem die vier ersten Punkte das **N**, die zweiten drei das **U** und die letzten vier wieder das **N** geben, so daß die Chiffre durch elf Bewegungen des Magnets das Wort „Nun“ in die Ferne ruft. Die Erfahrung hat die Zuverlässigkeit und Schnelligkeit dieser Gedankenmittheilung in die Weite wiederholt bestätigt. Unter andern wurden bei einem Versuche durch eine Drahtverbindung von 30,000 Fuß Länge, zwischen dem Akademiegebäude zu München und der Sternwarte zu Bogenhausen, in einer Viertelstunde 90 Wörter ohne Abbreivatur geschrieben, — und bei einem andern arbeitete der Telegraph mit solcher Geschwindigkeit, daß die Buchstaben in derselben Zeit zusammengesetzt werden konnten, als ein Schönschreiber sonst bedarf, um die

Buchstaben einzeln auf Papier hinzuzichnen. Der Punkte wurden dabei fünf in einer Sekunde executirt, ohne daß von 1000 Signalen eins versagt hätte. August (Fischer, Lehrb. der mech. Naturl. u. s. w. Bd. 2, S. 255.) spricht die Hoffnung aus, daß bei einer dereinstigen Ausführung im Großen vielleicht die Schienen der Eisenbahnen als Neophoren dienen könnten! Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins im Jahre 1836, von Gauß und Weber, Gött. 1837. Ueber Telegraphie, besonders durch galvanische Kräfte, von Steinheil; München 1838. N. Gehler, Bd. 9. S. 107.

Durch gewöhnliche Maschinen-Elektricität erzeugte Ströme sind, weil durch sie eine Ablenkung der Multiplikator-Nadel niemals mit der Sicherheit erzielt werden kann, wie durch galvano- und magnet-elektrische (§. 88.), zum Fernschreiben durch Signale mit Magnetstäben nicht wohl tauglich; eben so auch nicht aus gleichem Grunde die thermo-elektrischen (§. 102.) — obschon von Munkke neuerlich die Hoffnung dazu wieder angeregt worden ist. (§. 106.)

In neuester Zeit ist vom Professor Vorsselman de Heer (zu Deventer) ein elektrischer Telegraph erfunden worden, bei welchem von den magnetischen Wirkungen der Elektricität ganz abstrahirt ist, und der physiologische Effect derselben, nämlich der Erschütterungsschlag, das Signal hergiebt. Die elektrischen Stöße werden von dem Beobachter durch die Finger empfangen, welche auf 10 Tasten ruhen, die durch dünne Leitungsdrähte mit eben so viel Tasten, die an der andern Station eingerichtet sind, communiciren. Letztere werden durch den Fernschreiber ebenfalls mit den, durch seidne Handschuhe isolirten, Fingern angeschlagen. Die Tasten treten bei dem Niederdrücken in mit Quecksilber gefüllte Gefäße herab, welche mit den Polen des elektro-motorischen Apparates, der entweder magnet-elektrische oder galvanische Ströme entwickelt und nach der Reizempfänglichkeit der die Signale unterhaltenden Personen verschieden stark seyn muß, verbunden sind. Proben am Modelle haben dem Erfinder die Zweckmäßigkeit seines Telegraphen erwiesen; für den Preis von 100 Gulden verbürgt sich derselbe, in einem telegraphischen Bureau den Apparat im Großen vollständig herzustellen. Voggend. Ann. Bd. 46, S. 531.