

B. Die elektro-magnetischen und die magneto-elektrischen Ströme.

A. Einwirkung des Erdmagnetismus auf die elektrischen Ströme.

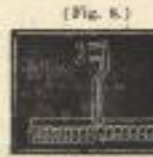
Bemerkenswert ist man von dem Ampère'schen Gesetz den schließlichen Teil und läßt den Strom einer Reihe von 3 bis 4 Werten nach dem beschriebenen Leiter geben, so wird diese sich so lange behaupten, bis der Strom in seinem unteren Teile eine solche von Ost nach West gehende Richtung angenommen hat, die auf der Richtung der Deklination-Richtung genau senkrecht ist.

Da man ein unbegrenztes und entferntes Eisen, wenn er von Ost nach West geht, dieselbe Wirkung hervorbringt (Bemerkung veränderte Teil 17.) so findet diese Erscheinung ihre Erklärung, wenn man annimmt, daß der Erdmagnetismus auf bewegliche Ströme gerade so wirkt, als wenn die Erde von elektrischen Strömen umkreist wäre, welche um die magnetische Achse verlaufen in der Richtung von Ost nach West gehen. Die Gesamtsumme aller dieser Ströme kann man sich in einem einzigen Strom vereinigt denken, welcher im Innern der Erde und in gleicher Abstände von beiden Polen verläuft ist. Daß in der That die Erdströmung in der Erde von Ost nach West gehende Ströme erzeugt, haben die neuen Untersuchungen von Faraday ergeben. Obgleich diese lange Reihen magnetischer Beobachtungen in entgegengelegten Hemisphären, daß der Erdmagnetismus einer Variation unterliegt, welche von der relativen Entfernung der Sonne und Erde abhängt.

In verschiedenen Versuchen beobachtet man bei sogenannten **ostwärts** gerichteten beweglichen Leitern, daß diese ein solches, auf welchen der Erdmagnetismus keinen Einfluß hat. Einem solchen erzählt man, wenn man einen Draht in die Richtung der Deklination-Richtung (Fig. 7.) legt.

Die eben angeführte Erscheinung der Wechselwirkung des Erdmagnetismus und der elektrischen Ströme mit aber viel deutlicher bei von sogenannten **elektrodynamischen** Zylinder oder den **Solenoid** (Fig. 8.) hervor. — Das Solenoid verhält sich gegen den Erdmagnetismus gerade so, wie eine Magnetnadel, und weil Solenoide haben in ihrer gegenseitigen Wirkung die größte Ähnlichkeit mit zwei Magnetnadeln. Diese Überähnlichkeit tritt noch auffälliger hervor, wenn man das in dem Ampère'schen Gesetz angeführte Solenoid, während ein Strom durch dasselbe geht, mit einem Magnet hängen läßt, in dem Augenblicke aber wieder abfallen, wenn der Strom unterbrochen wird.

Stellt man das Solenoid in der Ebene des magnetischen Meridians so auf, daß es sich um eine horizontale durch seinen Schwerpunkt gehende Achse drehen kann, so bleibt es in jeder Lage in Ruhe. Bringt man dann aber einen Strom durch das eine Ende der Achse in den Draht des Solenoids und durch das andere Ende wieder zum negativen Pol der Erde, so gerät es in Schwingungen und nimmt zuletzt dieselbe Lage, wie die Induktionsdröhle an.



(Fig. 8.)

B. Gegenseitige Wirkung der elektrischen und magnetischen Ströme.

Die gegenseitigen Wirkungen elektrischer und magnetischer Ströme haben ihre Erklärung durch das, ebenfalls von Ampère durch Versuche und die Theorie bewiesene Gesetz:

Die gegenseitige Wirkung zwischen einem elektrischen Strom und einem Magnet ist ganz dieselbe, wie die zwischen einem elektrischen Strom und einem Solenoid oder einem Körper, um dessen Achse elektrische Ströme in einer zu der Achse senkrechten Ebene fließen.

Versuch 1. Bringt man in dem Ampère'schen Gesetz das Solenoid auf und leitet man mittels eines Drahtes unter denselben einen elektrischen Strom durch, so wird das Solenoid sich nach rechts zu jenen Draht und so zu stellen suchen, wie die Magnetnadel beim Drehen um den Pol. Das eben angegebene ist vorwiegend wichtig über die Ablenkung der Magnetnadel findet also hier seine Erklärung, indem es eine einfache Folge des oben angeführten Gesetzes über die gegenseitige Wirkung des elektrischen Stromes ist.

Versuch 2. Röhret man den in Ampère'schem Gesetz angeführten beweglichen Leiter, nachdem seine Achse die schon bei einem solchen Versuche angegebene Richtung des magnetischen Meridians angenommen hat, den Restpol eines vertikalen Magnetstabes, so wird das vertikale Ende des beweglichen Leiters abgelenkt, das obliche aber angezogen.

Versuch 3. Dieselbe Erscheinung zeigt eine bewegliche Magnetnadel, wenn man sie den Nord- oder Südpol eines Solenoids nähert.

Ein Magnetstab verhält sich folglich genau wie ein Solenoid und Ampère'sches Gesetz voraus, daß der Magnet ein Körper ist, dessen sämtliche Teile von elektrischen Strömen umkreist sind, die nach einer Richtung gehen.

Durch die hier angeführten Ampère'schen Gesetze findet dann aber



(Fig. 9.)

Versuch 4. Die Rotation durch auf einer im Südpole eines vertikalen Magnetstabes befindlichen Spitze liegenden beweglichen Leiter um den Magnetstab, ebenfalls seine Erklärung. Die zu diesen Versuche erforderliche Vorrichtung ist aus Fig. 9. ersichtlich.

C. Gegenseitige Erregung elektrischer und magnetischer Ströme.

a. Der Elektro-Magnetismus.

Die Gesetzmäßigkeit der Erscheinungen, bei welchen man in einem des Magnetismus fähigen Körper eine Verteilung des Nord- und Südpol-Magnetismus durch einen elektrischen Strom bewirkt sieht, hat man mit dem Namen des **Elektro-Magnetismus** bezeichnet.

Versuch 1. Wird ein mit dem Schließungsdraht einer Volta'schen Zelle in Verbindung gebracht wird, erhält einen Nord- und Südpol und vermag dann wieder andere Eigenschaften anzunehmen.

Versuch 2. Um eine Glasröhre, in welche eine Stahlspindel hineingelegt ist, wickelt man einen Kupferdraht spiralförmig, und entläßt durch ihn eine Beschließungsröhre, oder eine Volta'sche Zelle. Die Stahlspindel wird dadurch konstant magnetisch. Seltener Magnet erhält man durch



(Fig. 10.)

Versuch 3. Um platinenartige Stab, von welchem ein in Kupferlösung tauchende mit Kupferdraht, welcher legierte 4-5 Millimeter dick, und mit Erde überzogen ist, wird nach magnetisch, wenn man durch den Kupferdraht die Volta'sche Zelle einer Zelle, oder einer Volta'schen Zelle leitet. Der Südpol liegt da, wo der Strom nach Osten in der Richtung des Leiters eine U-Form annimmt, wenn man die Endflächen von vorne ansieht. — Ein Stab von 10 Z. erhält unter Einwirkung einer Volta'schen Zelle, oder einer Volta'schen Zelle von 4-5 Werten eine Tragkraft von mehreren Pfunden.

Versuch 4. Die magnetische Kraft vermindert wieder bei Unterbrechung des Stromes.

Versuch 5. Bringt man die Richtung des Stromes, so führen sich die Pole an. — Anwendung 1. Stellt man den Elektro-Magnet einem andern Magnet gegenüber, so kann man dadurch sehr eine Anziehung, bald eine Abstößung bewirken. Hierauf beruhen

die Rotations-Apparate.

Anwendung 2. Bringt man den Querschnitt des Schließungsdrahtes und wendet man die Zahl der Windungen an das Kupferblech, so kann man durch eine sehr große Anzahl von Windungen in sehr großer Entfernung eine vorübergehende Trag- und Anziehungskraft bewirken, die eben so schnell durch die Unterbrechung des Stromes wieder vermindert. Hieraus beruht die Anwendung des Elektro-Magneten zu

Telegraphen.

Wichtig dieser werden, mit einer außerordentlich Schnelligkeit (3000 Meilen in der Sekunde) unabhängige von Witterung, Tageszeit und Beschaffenheit der Übertragungsfläche, Nachrichten von einem Orte der Erdoberfläche zu einem andern zu senden. (Zur 1830 haben sich um die elektro-magnetischen Telegraphen vertrieben: Wheatstone in Göttingen, Schilling von Karlsruhe, Steinheil in München, Wharreston in England.)

b. Die Magneto-Elektrizität.

1. Die Erscheinungen bei den durch den Magnetismus hervorgerufenen elektrischen Strömen werden unter dem Namen der **Magneto-Elektrizität** oder der **magnetischen Induktion** zusammengefaßt.

2. Um die Richtung des durch einen Magnet hervorgerufenen Stromes zu bestimmen, betrachte man, nach Faraday, den Magnet als einen Solenoid, an dessen Südpol die Ströme in gleicher Richtung mit dem Zeiger einer Uhr gehen. (Fig. 11.)

Versuch 1. Man verbinde die Drahtenden der eben erwähnten Induktionsdröhle mit Drähten, welche zu einem 6 bis 8 Fuß entfernten Multiplikator führen, und halte über die innere Spindel die Induktionsstelle eines starken Magnetstabes, dessen Durchmesser etwas kleiner ist, als der Durchmesser des letzten Kommutators. (Fig. 11.) Sobald man den Magnetstab in die Induktionsstelle hineinführt, zeigt die Ablenkung der Magnetnadel des Multiplikators das Entstehen eines Stromes an. Hierauf kommt die Magnetnadel wieder zur Ruhe. Hebt man nun den Magnetstab schnell aus der Rolle heraus, so weicht die Nadel des Multiplikators nach der entgegengesetzten Richtung ab. Der Magnetstab läuft anfänglich nicht weiter, als bis zur Mitte in die Induktionsstelle gedrückt werden, weil sonst die untere Hälfte des Magnetstabes von den oberen Windungen der Rolle sich eben so stark misst, als die obere Hälfte sich derselben nähert und folglich ihre Wirkungen sich aufheben. Aus Beobachtungen folgt: 1) daß man einen Magnetstab gar nicht bewegen kann, ohne in benachbarten Leitern elektrische Ströme zu erzeugen; 2) daß ein Leiter in der Nähe eines Magnets keine Bewegung erfährt, ohne daß in ihm gleichfalls elektrische Ströme entstehen.

Versuch 2. Man wende auf zwei, durch die starke Eisenplatte C (Fig. 12.) verbundene Zylinder A und B von welchem Eisen, einen mehrere hundert Fuß langen, mit Erde überzogenen Kupferdraht so, wie bei dem Elektro-Magnet und verbinde die Enden dieses Drahtes mit einem 6 bis 8 Fuß entfernten Multiplikator. Röhret man dann den beiden Eisen Zylinder einen starken Hufeisenmagnet NS, so entsteht in dem Induktionsblech ein elektrischer Strom, welcher in dem Augenblicke die größte Stärke hat, in welchem die Pole N und S die ebenen Flächen der Zylinder A und B berühren. Hierbei wird A der Südpol, B der Nordpol, und der Strom in der Induktionsdröhle zeigt durch die Ablenkung der Magnetnadel an, daß bei A seine Richtung die entgegengesetzte von dem Zeiger einer Uhr, und bei B die gleiche war. Reißt man aber, nachdem die Magnetnadel zur Ruhe gekommen ist, den Magnet weiter ab, so entsteht in beiden Induktionsdröhlen ein Strom nach einer der vorigen entgegengesetzten Richtung. Die hier eintretenden Ströme hat man sicher, als die durch die obigen Versuche hervorgerufenen. Röhret man die Enden des Drahtes auf den Zylinder A und B gestellt, so sieht man beim Berühren oder Trennen des Magnets das Überfließen eines Funken, bezieht man aber an die Enden der Drahtenden Handgriffe, und stellt diese an, so entspricht man eine Erscheinung, so ist ein anderer der Magnet lebhaft oder schläft.

Die **Saxton'sche Elektro-Maschine** (Fig. 13.) beruht im Wesentlichen aus dem im vorstehenden Versuche beschriebenen Theile, welche man so eingerichtet hat, daß das Wandern und Entstehen des Magnets an die Zylinder A und B durch schnelle Umdrehung derselben um eine feste Achse bewirkt wird, und die Rollen durch einen halb aus Metall, halb aus Eisenblech bestehenden, auf der Drehungsachse aufrechten Ring, der eine von den beiden in entgegengesetzter Richtung laufenden elektrischen Ströme umstrickt wird. — Diese Maschine bringt alle Wirkungen einer Volta'schen Zelle hervor.

Da der **elektro-magnetischen Induktionsapparat** von Reiss wärde die Induktion und der Elektro-Magnetismus vermischt. Er dient besonders zur Erzeugung starker physikalischer Wirkungen.



(Fig. 11.)



(Fig. 12.)



(Fig. 13.)