

IV.  
**Der Rotations - Magnetismus.**

§. 100.

Rotation einer Magnetnadel über einer in Drehung  
versetzten Metallscheibe. **Arago.**

Im Jahre 1825 machte der französische Astronom und Naturforscher Arago auf ein besonderes Wechselverhältniß zwischen der Magnetnadel und Elektricitäts - Leitern oder überhaupt solchen Körpern, die sonst keiner magnetischen Polarität für fähig gehalten wurden, aufmerksam, welches sich in seiner auffallendsten Gestalt durch Achsendrehung (Rotation) offenbart und auf eine neue besondere Art hindeutet, wie Magnetismus oder Elektricität auf eine vorübergehende Weise erregt werden kann. (§. 65. 78) Arago entdeckte nämlich, daß eine über einer wagerechten Kupferscheibe ganz nahe aufgehängte Magnetnadel (die, um dem Luftzug allen Einfluß abzuschneiden, in einer Büchse oder in einer an ihrer nach unten gefehrten Oeffnung mit Glas, Holz oder Papier abgesperrten, Glasglocke eingeschlossen ist), sobald man die Kupferscheibe in drehende Bewegung um eine vertikale Achse versetzt, — in der Richtung dieser Bewegung abgelenkt wird und endlich ebenfalls in eine drehende Bewegung kommt \*). Bei spätern Versuchen, denen sich nächst Arago be-

\*) Um Arago's Versuche zu wiederholen bedient man sich am zweckmäßigsten einer Centrifugalmaschine, auf deren Scheibe man die Kupferscheibe befestigt, oder in Ermangelung der letztern, um mit einer weniger schnellen Bewegung der Scheibe auszukommen, einer Magnetnadel, die



sonders Barlow unterzog, ergab sich, daß nicht allein Kupfer, sondern auch andere vollkommne Elektricitäts-Leiter, vorzugsweise Eisen, Stahl, Silber, Zinn, Blei, Antimon, Wismuth, Quecksilber, Gold und Kohle, dieselbe Erscheinung geben, Eisen und Stahl sogar in einem noch stärkern Grade, als Kupfer, — daß aber Zink diese Fähigkeit unter den Metallen am schwächsten besitzt. Wenn statt des Papiere, Holzes oder Glases die Basis der Glasglocke mit Eisenblech bedeckt wird, so äußert die Rotation der Scheibe nicht den geringsten Einfluß auf die Ruhe der Magnemadel. Die Bewegung der letztern ist außerdem um so schneller, je schneller die Scheibe unter ihr gedreht wird, je näher sich beide an einander befinden und je größer die Masse der letztern ist; auch erfolgt sie leichter, wenn die Nadel bis zu ihrer Sättigung magne-

bei hinlänglich starker magnetischer Kraft doch gegen den Magnetismus der Erde möglichst indifferent ist, und daher schon durch mäßige Rotationen der Scheibe dem Einflusse des letztern entzogen werden kann — also einer astatischen oder neutralisirten. (§. 75.) Besser noch, als diese soll sich, nach Böttger, eine Nadel dazu eignen, die an ihren beiden Enden gleichnamige Polarität hat, an beiden entweder Nord- oder Süd-Polarität. Man giebt ihr diese entweder durch momentanes Anlegen der Mitte der Nadel an den einen Pol eines sehr kräftigen, nicht unter 50 Pfund ziehenden Magneten, oder, da durch dieses Verfahren die Polarität an beiden Enden nicht immer gleichmäßig stark wird, besser dadurch, daß man sie durch den elektrischen Strom an beiden Enden egal süd- oder nordpolariß macht. Eine solche gleichnamig magnetisirte Nadel soll noch durch mäßig schnelle Rotationen der Kupferscheibe mit fortgerissen werden, wo die der Einwirkung des Erdmagnetismus nicht sehr unterworfenen astatischen Nadeln ihre Stellung der Ruhe nicht leicht verlassen. Die Bereitung derselben hält aber schwer. Dem Verfasser wenigstens gelang es nicht, von vier Nadeln einer einzigen mittelst eines starken hufeisnformigen Elektromagnetes (dessen Schenkel 7" lang und 1" stark waren) an beiden Endspitzen die zur Bedingung gemachte gleichmäßig starke Süd- oder Nordpolarität zu geben. Durch den elektrischen Strom ertheilt man einer Nadel an den Enden gleiche Polarität, wenn man sie quer über eine platte Spirale (wie Fig. 27.) legt, ohne daß sie jedoch diese berührt und die Elektricität hindurch führt. Beide Enden der Nadel bekommen dadurch den nämlichen Pol, und die entsprechenden Pole nehmen ihren Stand in der Mitte der Nadel, wie dieß beistehende Figur angiebt  $\begin{array}{c} + \quad - \quad - \quad + \\ \hline \end{array}$ .



tisiert (S. 64. \*) oder astatisch ist. (S. 75.) Bildet die Scheibe keine ununterbrochene Masse, ist sie z. B. sternförmig ausge schnitten oder ist sie nur auf diese Art durchbrochen, so wird der Einfluß derselben auf die Nadel schwächer; so wie er wieder in seiner vorigen Stärke hervortritt, wenn man die Integrität der verstümmelten Scheibe durch Ausfüllen der Lücken (selbst mit einem andern Metalle) oder durch Zusammenlöthen der Einschnitte wieder herstellt. *Annal. d. Ch. et. d. Ph. P. 28. p. 325.* —

Arago wurde zu seiner Entdeckung durch die mehr zufällig gemachte Beobachtung geführt, daß eine in einem kupfernen Ringe aufgestellte Deklinations-Nadel, die er aus dem magnetischen Gleichgewichte schob, viel kleinere Schwingungsweiten (Amplituden) zeigte und ihre Schwingungen weit schneller beendigte, als eine in einem hölzernen Ringe (oder außerhalb eines Ringes in freier Luft) aufgehängte, indem im ersten Falle die Nadel, wenn sie um  $90^\circ$  aus ihrer Ruhelinie entfernt und dann sich selbst überlassen wurde (ohne übrigens an der Gleichzeitigkeit der Schwingungen, dem Isochronismus, eine Störung zu erfahren), nur 33 Schwingungen machte, um zur Amplitude von  $10^\circ$  zurückzukommen, während die in dem hölzernen Ringe aufgestellte erst nach 45 Schwingungen von derselben Dauer aus der Schwingungsweite von  $90^\circ$  bis zu der von  $10^\circ$  überging. Als Arago diese Erscheinung weiter verfolgte, fand er, daß diese hemmende Einwirkung des Kupfers auf die Schwingungen einer Magnetnadel mit Vermehrung seiner Masse zunahm, und bei einer Scheibe noch stärker sich äußerte, als bei einem Ringe; daß sie bei der Anwendung von einem Stabe hingegen nur dann erfolgte, wenn dieser in der Richtung der ruhenden Nadel lag; daß sie ferner um so stärker wurde, je stärker der Magnetismus der Nadel selbst war, und daß sie endlich sich in um so schwächeren Grade zeigte, je weiter die Nadel von dem Kupfer entfernt wurde \*). Seebeck und

\*) Arago stellte die von Nobili und Bacelli später widerlegte, aber durch die Angaben Seebeck's neuerdings bestätigte Behauptung auf, daß auch alle andern nicht metallischen Körper, selbst schlechte Leiter, als Glas, Marmor, Holz, Harz, Pappe (im trockenen wie im feuchten Zustande) und selbst Wasser denselben coërcirenden Einfluß, wie Metalle, auf die Schwingungen der Nadel ausübten. Er beobachtete z. B., wie



mit ihm Babbage erklärt den Vorgang dieser Phänomene ganz schlicht aus einer Magnetisirung durch Vertheilung, durch welche die Magnetnadel auf die unter ihr befindliche Metallscheibe wirkt, und zu Folge welcher die zunächst liegenden Punkte derselben eine der der Nadel entgegengesetzte Polarität, die weiter liegenden die gleichnamige erhalten, und womit sie durch Rückwirkung die darüber schwingende Nadel festzuhalten streben (S. 62.); wobei unentschieden bleibt, ob dieser durch Vertheilung hervorgerufene Magnetismus durch einen kleinen Antheil von regulinischem Eisen, der dem Kupfer und den übrigen zu den Versuchen angewandten Metallen beigemischt ist, (S. 54. \*) oder nur durch eine gewisse derjenigen des Eisens ähnliche Beschaffenheit in der Aggregation der kleinsten Theile (molécules) der Metalle bedingt wird. Eine Beobachtung Barlow's, nach welcher eine gehämmerte Kupferplatte für jene magnetische Einwirkung

eine über einer horizontal gelegten Eisplatte schwebend aufgehängte Magnetnadel bei einer Entfernung zwischen beiden von 21 Linien nach 60 Oscillationen ihre Schwingungen von  $53^\circ$  bis auf  $43^\circ$  verminderte, und als die Nadel der Eisfläche bis zu dem Abstände von  $\frac{1}{3}$  Linie genähert wurde, schon nach 26 Oscillationen. Seebeck zählte 116 Schwingungen, bevor die über einer Marmorplatte hängende Nadel von  $45^\circ$  weiten Oscillationen bis zu  $10^\circ$  weiten herunter kam, was gegen die Schwingungen, die eine Nadel über einem Holzringe vollendet, einen Ausschlag von 29 giebt. — Uebrigens wird nicht allein die Zahl der horizontalen Schwingungen einer Nadel, durch die unter ihr liegenden Stoffe in Uebereinstimmung mit obigen Gesetzen und bei ungestörter Gleichzeitigkeit der Schwingungen, auf eine geringere reducirt, sondern auch die der vertikalen pendelartigen Schwingungen derselben. Ein  $4\frac{1}{2}$ " langes Magnetstäbchen, das an einem seidnen Faden unter einer  $22\frac{1}{2}$ " hohen Glasglocke hing, machte über einer horizontal liegenden Marmorplatte, von der beide Pole des Magnetes  $2\frac{1}{2}$ " entfernt waren, in der Zeit von 71 Sek. 55 Tert. 100 Pendelschläge in der Ebene des magnetischen Aequators, wobei das Stäbchen immer im Meridiane gerichtet blieb. Als es dagegen über drei runden  $10$ " im Durchmesser haltenden Kupferplatten, die zusammen  $6\frac{1}{2}$ " dick waren, und zwischen zwei senkrecht stehenden Kupfermassen von  $25$  □ " Fläche und  $8$ " Dicke suspendirt wurde, so daß seine Pole von den Kupfermassen überall nur  $2\frac{1}{2}$ " entfernt sich bestanden, vollendete es in 72 Sek. 1 Tert. auch nur 100 Pendelschläge, wobei es indessen schon nach 150 Schwingungen zur Ruhe gelangte, während es über dem Marmor erst nach 900 Schwingungen zu ruhen schien.



sich empfänglicher zeigte, als eine ausgeglühte, scheint für die erste Annahme zu sprechen. Es läßt sich aus dieser Vorstellung Seebeck's und Babbage's leicht erklären, warum die Magnetnadel, wenn die Metallscheibe gedreht wird, dieser Bewegung nachfolgt, und warum diese Bewegung der Nadel über einer Scheibe von weichem Eisen (welches für die Annahme einer magnetischen Vertheilung mehr disponirt ist S. 64. \*) rascher vor sich geht, als über einer Scheibe von andern Metallen, selbst von Stahl oder von dem sonst so magnetisch gestimmten Kupfer (S. 76.); warum ferner Scheiben (da diese von der ganzen Länge der Nadel magnetisch erregt werden) hemmender auf die Schwingungen der Nadel in Arago's Fundamentalversuche wirken, als Ringe (welche nur von den Endspitzen der Nadel magnetisirt werden und deshalb auch nur auf diese wieder festhaltend zurückwirken) und im magnetischen Meridiane darunter gelegte Stäbe oder Scheiben, deren Durchmesser kleiner ist als die Längsachse der Nadel, und die daher nur von der Mitte derselben (dem magnetischen Indifferenzpunkte nahe) afficirt werden; warum die Hemmung der Nadel und die Drehung derselben mit Vermehrung der Platten, oder mit der Dicke der einzelnen Platte (jedoch nur bis zu einer gewissen, durch die magnetische Stärke der Nadel bestimmten, Gränze) zunimmt, nicht aber, wenn die Ausdehnung der Platten über die Länge der Nadel sich hinaus erstreckt (da der, über den von der schwingenden Nadel beschriebenen Kreisumfang, hervorragende Theil der erstern von der magnetischen Kraft nicht erreicht wird und also ohne Einfluß bleibt); warum die Hemmung und Ablenkung der Nadel dagegen mit Verminderung der Metallmasse (durch Ausschneiden der Platte) abnimmt; und warum endlich die Wirkungen um so stärker ausfallen, je stärker die magnetische Kraft der Nadel ist, und um so schwächer, je weiter die Nadel von dem Metalle entfernt ist und dadurch an ihrer Einwirkung auf dieses verhindert wird.

Eben so ansprechend werden die Arago'schen Versuche, sowohl die verminderten Schwingungen der Nadel über einer ruhenden, als auch die Ablenkung und Rotation derselben über einer rotirenden Metallscheibe, von Faraday aus den Gesetzen der Induktions-Electricität erläutert, da nach diesen kein Zweifel mehr obwaltet, daß die magnetische Kraft ihren Einfluß auch auf solche Stoffe nicht verweigert, welche sonst für keine magnetische Einwirkung disponibel



zu seyn scheinen. Es gehören sonach diese Erscheinungen, ihrem Wesen nach, in die Kategorie der im vorigen Abschnitte betrachteten magnet = elektrischen Erregung, oder überhaupt der elektrischen Induktion. Bei der Hemmung der Schwingungen einer Nadel über der ruhenden Scheibe, wie bei der Rotation derselben über einer sich drehenden, werden, durch magnetische Anregung von der Nadel aus, in den Theilen des unter ihr befindlichen Metalls verwandte elektrische Ströme inducirt, deren Richtung radial zwischen der Peripherie der Scheibe und dem Centrum ist, und welche wieder ihrerseits durch Rückwirkung mit der magnetischen Kraft der Nadel in Conflict treten, und letztere dadurch festzuhalten streben. Durch Faraday's Genie ist die Existenz solcher radialer elektrischer Ströme an einer in Gegenwart eines Magnetes rotirenden Scheibe bewiesen worden, und es sind diese nach ihm in solcher Menge vorhanden, daß eine solche Scheibe als eine neue Art von Elektrirmaschine betrachtet werden kann. (§. 101.) Nur bei dem weichen Eisen scheint die eigentliche magnetische Vertheilung mehr in Betracht zu kommen, als die inducirende (magnet = elektrische) Wirkung \*).

§. 101.

Rotation einer Metallscheibe über einem in Drehung versetzten Magnete. Radiale Ströme. Faraday's Notations- und andere Versuche zur Erklärung des Rotations-Magnetismus. Erdmagnet = elektrische Ströme.

Die Abweichung und Kreisbewegung der über einer wagerecht rotirenden Metallscheibe schwebenden Magnetnadel ist nicht die einzige Erscheinung dieser Art von Rotations-Magnetismus, sondern man hat noch eine zweite genau mit jener zusammenhängende, welche ebenso aus einer einfachen magnetischen Vertheilung oder magnet = elektrischen Erregung erklärbar ist, und die darin besteht, daß

\*) Der Mechanikus Marsh beobachtete zuerst in Gegenwart Barlow's (im J. 1824) eine starke Abweichung einer Compagnadel, die er in die Nähe einer auf einer Drehslerbank in schnelle Umdrehung gebrachten eisernen Bombe brachte.



ein rotirender Magnet eine über ihm schwebende Metallscheibe in der Richtung seiner Achsendrehung mit fortreißt. Die Wirkung ist hier wie dort so mächtig, daß selbst mehrere Pfund schwere Platten der Bewegung des Magnetes folgen und mit diesem herumgewirbelt werden. Wenn man nämlich einen mit seinen Schenkeln aufwärts stehenden Hufeisen-Magnet oder eine Metallscheibe, auf welcher in der Richtung eines Durchmessers eine gute Magnetnadel oder sonst ein stabförmiger Magnet befestigt, und über dem eine Scheibe von Kupfer, Eisen oder einem andern Metall leicht beweglich horizontal aufgehängt ist, in rasche drehende Bewegung um eine vertikale Achse bringt: so geht auch die darüber schwebende Metallscheibe eine Kreisbewegung ein, deren Schnelligkeit durch dieselben Bedingungen, welche auf die Drehung eines über einer rotirenden Scheibe schwebenden Magnetes Einfluß haben, modificirt wird. — Daß die Bewegung der Metallscheibe in diesem Falle durch magnet-elektrische Ströme, von der Art, wie sie im vorigen S. angedeutet wurden, vermittelt werde, machte Faraday durch die Wirkung derselben auf die Multiplikator-Nadel bemerklich. Sein Verfahren dabei ist folgendes: Eine Kupferscheibe **BD** (Fig. 53.) von einem Fuß im Durchmesser und  $\frac{1}{2}$  Zoll Dicke ist, zwischen den beiden Schenkeln eines Hufeisen-Magnetes **NS**, der ein gewöhnlicher künstlicher oder ein Elektro-Magnet seyn kann, mittelst einer Achse von Messing **AC** drehbar, so daß die entgegengesetzten Pole des Magnets an den entgegengesetzten Oberflächen der Scheibe nahe am Rande sich befinden. Mit der Peripherie der Scheibe steht das eine Drahtende **E** eines Galvanometers in Verbindung, während dessen anderes Ende **F** lose um die amalgamirte Achse der Scheibe geschlungen ist. Die Verbindung des ersten Drahtendes mit der Peripherie kann entweder durch einen Conductor, d. h. einen 4 Zoll langen,  $\frac{1}{2}$  Zoll breiten und  $\frac{1}{2}$  Zoll dicken Blei- oder Kupferstreifen, dessen eines Ende mit dem Galvanometerdrahte communicirt, und dessen anderes Ende ausgehöhlt und amalgamirt ist, und auf der Peripherie der Scheibe genau zwischen den beiden Polen des Magnetes aufgesetzt wird, vermittelt werden, oder einfacher ohne Conductor dadurch, daß man den Rand der Scheibe selbst einfurcht, mit Quecksilber amalgamirt und den Draht des Galvanometers unmittelbar in der Furche spielen läßt. Wird die Scheibe zum Rotiren ge-



bracht, so weicht die Nadel in dem Multiplikator ab, und zeigt dadurch einen elektrischen Strom an, der je nach der Drehung der Scheibe entweder in den an der Peripherie anliegenden Draht, und von da durch den Multiplikator zu der Achse und in der Scheibe selbst in radialer Richtung von dem Centrum zur Peripherie derselben geht, oder in einer dieser entgegengesetzten Richtung fließt, — immer aber die Richtung des Radius der Scheibe verfolgt, und hierdurch eine Ablenkung der Nadel nach der einen oder der andern Seite bewirkt. Die Umdrehung der Scheibe nach einer andern Richtung hat sogleich auch eine andere Richtung des Stromes und eine Veränderung in der Ablenkung der Nadel zur Folge. Dieselben Ströme treten auch ein, wenn die Scheibe horizontal nach rechts oder links gedreht wird, während ein Nordpol über oder ein Südpol unter dem Rande der Scheibe sich befindet. Wenn das Ende des Galvanometer-Drahtes nicht zwischen den Polen des Magnetes die Peripherie der Scheibe berührt, sondern in einigem Abstände von dem Magnete, so wird die Wirkung schwächer und die Abweichung der Nadel geringer. Dies ist auch der Fall, wenn man die Pole des Hufeisens (statt dessen übrigens auch die ungleichnamigen Pole zweier einzelnen Stab-Magnete benutzt werden können) nicht auf den Rand, sondern auf die Mitte der Scheibe wirken läßt, oder wenn man statt zweier Pole nur Einen anwendet. Die Erscheinungen bleiben auch nicht aus, wenn man den Multiplikator dadurch in den Kreis der Ströme bringt, daß man den Draht desselben, der mit der Achse der Scheibe in Verbindung ist, hier abnimmt und ebenfalls auf die Peripherie derselben legt, aber in weiterem Abstände von dem Magnete, als der schon darauf ruhende andere Draht von diesem entfernt ist. Liegen aber beide Drähte in gleicher Entfernung von dem Magnete auf dem Rande der Scheibe: so ist kein Strom am Galvanometer wahrzunehmen, man mag die Scheibe drehen wie man will, indem dann gleiche Ströme in gleicher Richtung durch die Drähte zu gehen trachten. Faraday wußte selbst auf diesem Wege Ströme durch die direkte Einwirkung des Erd-Magnetismus zu erzeugen. Der Apparat dazu ist ganz derselbe, wie er eben beschrieben wurde, nur daß der Magnet weggelassen wird. Die Ströme traten z. B. ein und richteten die Nadel, als die Scheibe fast horizontal oder in einer Richtung gedreht wurde, wo sie von der Richtung der Inkli-



nations-Nadel fast senkrecht oder unter einem Winkel von etwa  $70^\circ$ , durchschnitten wurde. Bei umgekehrter Rotation der Scheibe ging die Nadel nach entgegengesetzter Seite. Die Intensität der Ströme nahm ab, je mehr die Scheibe aus dieser Richtung entfernt wurde, und sie hörten ganz auf, wenn die Scheibe in den magnetischen Meridian oder in die Richtungslinie der magnetischen Inklination zu stehen kam. (S. 94.) Im Minimo erschienen sie, wenn die Scheibe gegen die Richtung der Neigungsnadel nur wenige, etwa  $20^\circ$  geneigt und folglich aufrecht und gegen den Meridian senkrecht stand — im Maximo, für dieselbe Geschwindigkeit der Scheibe, als der Neigungswinkel derselben gegen die Inklinationslinie  $90^\circ$  betrug, und die Scheibe also im magnetischen Aequator herumwirbelte. Die Richtung der Ströme erfolgt in demselben Sinne, wie bei der Gegenwart eines Magneten. Rotirt die Scheibe schraubenrecht, wie der Zeiger einer Uhr: so fließen die Ströme, die Richtung der Radien in allen Theilen der Scheibe einschlagend, vom Mittelpunkte nach dem Umkreise der Scheibe; bei entgegengesetzter Richtung der Rotation umgekehrt, vom Umkreise nach dem Mittelpunkt.

Andere Wirkungen, als die auf die Multiplikator-Nadel, sind von den auf diese Art erzeugten inducirten Strömen noch nicht bekannt. Nicht einmal auf präparirte Froschschenkel, dieses so empfindliche Reagens für elektrische Ströme, äußerten sie einen Einfluß. (S. 34.) Poggend. Ann. Bd. 25, S. 120.

Daß nicht eigentlich das Rotiren, sondern die magnet-electrische Erregung, den Erscheinungen des Rotations-Magnetismus zum Grunde liege, zeigte Faraday ferner nach einem zuerst von Sturgeon (in Woolwich) ausgedachten Versuche, an der Verzögerung der Pendelschwingungen einer Kupferscheibe unter dem Einflusse eines Magneten. Eine leichte Kupferscheibe von 5 bis 6" Durchmesser, die von einer horizontalen Achse getragen wurde, und zum Drehen in vertikaler Richtung durch ein am Rande befestigtes Gewicht (oder durch die excentrische Stellung ihrer Achse) eingerichtet war, wurde in Pendelschwingungen versetzt, und die Schwingungen gezählt, die sie vollendete, bis die anfängliche Schwingungshöhe um eine bestimmte Größe sich vermindert hatte; es waren 60. Als hierauf der Versuch wiederholt wurde, während



die schwerere Stelle des Randes der Scheibe sich zwischen den entgegengesetzten Polen zweier Stabmagnete, oder zwischen den Schenkeln eines Hufeisen-Magnetes sich befand, wurden nur 15 Schwingungen gezählt, bei Anwendung zweier gleichnamiger Pole dagegen wieder 50. Noch mehr bekräftigte er seine Vorstellungsart von der dabei Statt findenden inducirenden Wirkung des magnetischen Fluidums durch Versuche, bei denen das Kupfer mit dem Magnete zugleich bewegt wird. Ueber das Polende eines runden Stabmagnetes, das mit Papier belegt war, wurde eine Kupferscheibe aufgeschoben und fest gekittet, und nun, wie im obigen Versuche, das eine Drahtende eines Galvanometers mit dem centralen Theile der Scheibe, das andere mit dem peripherischen derselben in Verbindung gesetzt. Die Vorrichtung wurde hierauf vermittelt einer um den Magnet geschlungenen Schnur in schnelle Rotation gebracht, wodurch, wie bei dem Rotiren der Scheibe allein, und wo der Magnet sich nicht bewegte, ein Strom excitirt wurde, der die Galvanometer-Nadel aus ihrer magnetischen Richtung abzog.

Von Faraday ist die gänzliche Unabhängigkeit der Arago'schen Erscheinungen von den Wirkungen einer gewöhnlichen magnetischen Vertheilung, noch durch andere merkwürdige Umstände und Versuche an's Licht gestellt worden. Beim Eisen und den wenigen andern zu der einfachen magnetischen Vertheilung disponirten Körpern, heben nach diesen ungleichnamige Magnetpole, die an entgegengesetzten Seiten des Randes einer bewegten Scheibe aufgestellt werden, sich in ihren Wirkungen auf, während gleichnamige die Wirkung erhöhen; beim Kupfer dagegen und allen andern, der gewöhnlichen magnetischen Vertheilung unzugängigen, Körpern, gleichen gleichnamige Pole sich in ihren Wirkungen aus, und ungleichnamige steigern den Effect. Als Faraday den eben erwähnten Sturgeon'schen Versuch, statt mit einer Kupferscheibe, mit einer gleich großen Scheibe von Eisen, die excentrisch auf einer Achse ruht, anstellte: so fand er, daß die Scheibe für sich allein zwey und dreißig Schwingungen, ehe der Schwingungsbogen auf eine gewisse Größe herabsank, machte. Stellte er hierauf einen Magnetpol an der Seite der Scheibe der schwerern Stelle des Randes nahe auf, so machte dieselbe nur fünf Vibrationen, und als nach diesem zugleich an der andern Seite der Scheibe in derselben Gegend der gleichnamige



Pol eines zweiten Magnetes aufgestellt wurde — sogar nur zwei Vibrationen. Wurde an die Stelle des gleichnamigen Pols des zweiten Magnetes der ungleichnamige Pol desselben gebracht, so stiegen die Vibrationen wieder bis auf zwei und zwanzig, und als der stärkere der beiden ungleichnamigen Pole ein wenig von der Seite der Scheibe weggerückt wurde, bis auf ein und dreißig, — und bei gänzlicher Entfernung des Poles verminderte sich die Zahl derselben wieder bis auf fünf. Man sieht hieraus, wie beim Eisen gleichnamige Pole die Wirkung heben, während diese, wie wir vorherhin in dem Sturgeon'schen Experimente gesehen haben, beim Kupfer den Effect schwächen und ungleichnamige ihn erhöhen. Wird eine dicke Kupferscheibe um eine vertikale Achse in Rotation versetzt, und ein Magnetstab wagerecht an einer seidenen Schnur daneben so aufgehängt, daß der eine Pol über dem Rande der Scheibe schwebt, so wird dieser in gleicher Richtung mit fortgezogen; hängt man aber einen gleich großen Magnetstab unter dem ersten so auf, daß der gleichnamige Pol von diesem an derselben Stelle unter dem Rande der Scheibe verweilt: so bleiben beide Magnete von der Rotation der Scheibe unangefochten, weil ebenfalls hier gleichnamige Pole die Wirkung neutralisiren. Wird der eine Magnetstab umgekehrt, so erscheint die magnet=elektrische Wirkung im Maximum für diesen Fall. Hängt man einen Magnetstab neben der Kupferscheibe so auf, daß seine Achse in einerlei Ebene mit der Scheibe liegt, und den einen seiner Pole dem Rande derselben zuwendet, so wird er bei dem Rotiren der Scheibe nicht bewegt. Eben so wird auch die Zahl der Schwingungen der in der senkrechten Ebene um eine horizontale Achse oscillirenden Kupferscheibe nicht verzögert, wenn ein Magnetpol dem Rande derselben gegenüber aufgestellt wird. Wäre die Ursache der Arago'schen Rotations= Erscheinungen eine gewöhnliche magnetische Vertheilung, so würden diese Wirkungen nicht ausgeblieben seyn, wie sie denn auch bei einer Eisenscheibe, wo der gewöhnliche Magnetismus mehr Einfluß hat als die magnet=elektrische Vertheilung, sehr stark eintreten; — denn wird z. B. dem Rande der in senkrechter Ebene schwingenden Eisenscheibe, welche bei obigem Versuche für sich allein zwei und dreißig Schwingungen machte, der Pol eines Magnetes gegenüber gehalten, so macht sie nur elf Schwingungen, und, wird der Magnet bis auf einen halben Zoll genähert, sogar



nur fünf. In gleicher Weise wird auch ein Magnetstab lebhaft bewegt, der mit seiner Achse in derselben Ebene mit einer rotirenden Eisenscheibe schwebt, und dem Rande derselben den einen oder den andern seiner Pole zugehrt. Faraday sieht hiernach die Anwendung zweier Pole auf bewegte Substanzen, die magnetisch zu seyn scheinen, für ein Prüfungsmittel an, zu erforschen, welcher Natur die magnetische Wirkung ist: sie kommt von elektrischen Strömen her, wenn sie durch Anwendung zweier ungleichnamiger Pole stärker wird als bei einem einzigen Pole; nicht elektrisch ist sie, wenn gleichnamige Pole stärker wirken als ein einziger. Faraday's zweite Reihe von Experimental-Untersuchungen über Electricität; VI., 252. in den Phil. Transact. f. 1832. p. 153. — Nobili, in Poggend. Ann. Bd. 27. S. 401. Baumgartner in der Zeitschrift für Phys. und Mathem., Bd. 1. S. 143., Bd. 2. 419., Bd. 4. 93. — Froriep in d. Notizen, 1825. No. 215. — Dove, a. a. D., Bd. 1. S. 292., wo das Wissenswertheste aus der Theorie des Rotations-Magnetismus nachgelesen werden kann \*).

Wegen der Leichtigkeit, mit der sich elektrische Ströme in Metallen bei Bewegung, unter dem Einflusse von Magneten und selbst des Erdmagnetes, erzeugen lassen (S. 93. 94.) und weil letzterer, wie die Richtung frei schwebender Magnetnadeln beweist, an jedem Orte der Erde sein Daseyn bekundet, glaubt Faraday selbst die Aussage rechtfertigen zu können, daß keine Bewegung eines Stückes Metall vor sich gehen kann, ohne daß erdmagnet-electrische Ströme in ihm erregt werden, wenn es während seiner Ortsveränderung mit andern Metallmassen in Berührung ist, die entweder ruhen, oder mit einer von der seinigen verschiedenen Geschwindigkeit, oder in anderer Richtung ihre relative Lage verändern. Er vermuthet, daß

---

\*) Barlow schlug ein Versuch nicht fehl, eine astatiche Nadel durch Vorhalten einer Kupferstange aus ihrer Ruhelinie zu entfernen. Die Nadel wurde, als ein Ende der letztern ihr entgegen gehalten wurde, zu diesem hingezogen und um einige Grade abgelenkt. Durch geschickte Wiederholung des Versuches wurde diese Ablenkung vergrößert, und die Nadel zuletzt in völlige Rotation versetzt. Mehrere andere Stangen von Kupfer, von derselben Gestalt und Größe, versagten die Wirkung.



dergleichen magnet-elektrische Erregungen oft in den einzelnen metallischen Bestandtheilen mancher unserer Maschinen sich einstellen, ohne daß sie bemerkt oder ihrem Wesen nach erkannt werden. Ja! er folgert aus seinen Untersuchungen, daß durch die tägliche Rotation der Erde um ihre Achse und den gleichzeitigen Effekt ihres Magnetes elektrische Ströme in ihrer Masse, und in auf ihr ruhenden Körpern, welche sich parallel mit dem magnetischen Meridian ausdehnen, hervorgerufen werden, und daß bei dieser magnet-elektrischen Vertheilung der Erde, wenn Kollektoren, wie in den obigen Versuchen mit der rotirenden Kupferscheibe, auf der Oberfläche derselben am Aequator und an den Polen aufgesetzt werden könnten, durch diese von dem Aequator her negative, von den Polen her positive Ströme entladen werden würden. Doch vermochte Faraday noch nicht, dergleichen Ströme durch Galvanometer-Wirkung sichtbar zu machen. Denn, als er einen 120 Fuß langen Draht von Eisen und einen eben so langen von Kupfer, neben einander, in der Richtung des magnetischen Meridians ausspannte, so daß sie zwei fast parallele Linien bildeten, ohne sich aber in ihrem Laufe zu begegnen; hierauf ihre Enden mit einander vereinigte und dann an einer Stelle das Continuum des Kupferdrahtes unterbrach, und die dadurch erhaltenen Enden durch zwei Näpfschen voll Quecksilber mit den beiden bloßen Drahtstücken eines höchst reizbaren Galvanometers verband — gab die Nadel des letztern nicht von der mindesten Spur eines elektrischen Stromes Anzeige; eben so auch nicht, als er den mit dem Galvanometer verbundenen Kupferdraht bis zu ohngefähr 600 Fuß verlängerte, und eine ruhige Wassermasse (den künstlichen See im Garten des Ballastes von Kensington), die sich 480 Fuß in derselben Richtung ausbreitete, dadurch statt des Eisendrahtes in die Kette einschloß, daß er an jedes Ende des Kupferdrahtes eine vollkommen reine Kupferplatte von 4 Fuß Seite löthete, und die eine dieser beiden Platten im Süden von der andern in das Wasser tauchte, und den Draht selbst am Ufer desselben auf dem Grase hinstreckte. Es fand sich zwar anfänglich eine kleine Abweichung der Nadel ein, die aber von einer ganz andern Elektrizitätsquelle, als der gesuchten, herrührte und bald wieder verschwand, als jene außer Wirksamkeit gesetzt wurde. Nachmals spannte Faraday auf der Brustwehr der langen Waterloo-Brücke einen 960 Fuß langen Kupfer-



draht aus, und ließ von dessen Enden große Metallplatten herab in das durch die Gluth auf- und abströmende Wasser tauchen, so daß der Draht und das Wasser einen geschlossenen leitenden Bogen formirte. Auch hier entstanden Abweichungen der Multiplikatornadel, aber sie waren zu unregelmäßig, als daß sie ein sicheres Resultat begründen konnten, und schienen mehr thermo- und hydro-elektrischen Ursprungs zu seyn. Faraday a. a. D.