Verhältniß zur Anordnung der Kette setzt; auf welche Weise aber das Maximum auch erreicht wird, so ist dennoch der Zinkverbrauch in einer bestimmten Zeit genau derselbe.«

(Fortsetzung im nächsten Heft.)

II. *Nachtrag zur vorstehenden Abhandlung; von E. Lenz.*

In der Abhandlung, welche Hr. Prof. Jacobi und ich gemeinschaftlich über die Gesetze der Elektromagnete abgefaßt, haben wir gezeigt, wie für ein jedes der Gesetze über die magnetisirende Wirkung der Spiralen auf weiches Eisen sich immer ein ihm genau entsprechendes, nur umgekehrtes, Gesetz anführen lasse, nach welchem durch Entstehung oder Verschwinden des Magnetismus eines Eisenkerns der in einer umgebenden Spirale erzeugte inducirte Strom bedingt wird. Diese letzteren Gesetze finden sich von mir in einer Abhandlung (*Mém. de l'Acad. des sciences, T. II, 1833*) auseinandergesetzt ¹⁾. — Es finden aber hierbei einige Beschränkungen statt, die ich in dem Folgenden näher erörtern will.

In meiner Abhandlung habe ich das Gesetz aufgestellt: »die elektromotorische Kraft der in Spiralen verschiedener Weite, von ein und demselben Eisenkerne und ein und demselben in ihm erzeugten Magnetismus inducirten Ströme ist unabhängig von der Weite der Windungen.«

Dagegen in unserer gemeinschaftlichen Abhandlung (Art. 12, 13, 14) haben wir dargethan, daß dieses Gesetz im Allgemeinen zwar auch umgekehrt wahr sey, daß nämlich der in einem Eisenkerne durch eine magnetisi-

1) Annal Bd. XXXIV S. 385.

rende Spirale erzeugt Magnetismus unabhängig sey von der Weite der Windungen der Spirale, daß dieses Gesetz aber eine Beschränkung erleide bei denjenigen Windungen, die dem Ende des Eisenkerns nahe liegen, so daß hier die weiter abstehende Spirale gegen die engere im Nachtheile sey. Wir haben auch dort gezeigt, wodurch man sich diese Abweichung von der allgemeinen Regel erklären könne.

Es fragt sich nun, da sonst die Gesetze für beide Fälle sich so genau entsprechen: sollte diese Beschränkung des allgemeinen Gesetzes nicht auch für die magneto-elektrischen Ströme stattfinden? Ich glaube, daß dieses keinem Zweifel unterliege, da man unsere Schlussfolge, mit der wir die Abnahme der magnetisirenden Einwirkung mit der Zunahme der Weite der Windungen erklärten, Schritt für Schritt auch dem magneto-elektrischen Falle anpassen könne.

In der That blicken wir auf die dort gebrauchte Figur (Fig. 5 Taf. II), in welcher MN den Eisenkern, a und a' die Querschnitte der Windungen zweier Spiralen in ein und derselben Fläche $a'ao$, aber in ungleichem Abstände vom Eisen, vorstellen, und denken wir uns nun den magnetoelektrischen Fall, daß nämlich in MN ein bestimmter, für alle Versuche constanter, Magnetismus plötzlich verschwinde, so wird dadurch in jeder Windung a und a' ein inducirter Strom erzeugt werden. Es werden aber hierzu nicht bloß die in der Ebene beider Ströme befindlichen magnetischen Elemente des Eisens beitragen, sondern auch die diesen zunächst liegenden, nur immer schwächer, je weiter sie von o abstehen, wegen der größeren Schräge der Wirkungen; irgendwo endlich wird jede merkliche Einwirkung aufhören. Wir nehmen an, daß sämmtliche auf a beim Schwinden des Magnetismus noch *merklich* einwirkenden Theilchen von dem Winkel *man* umfaßt werden, so werden sämmtliche auf die Windung a' einwirkenden

Theilchen von dem Winkel $m'a'n'$ umfaßt werden. — Auf a und a' wird nun die Wirkung so wie für den elektromagnetischen, so auch für den magneto-elektrischen Fall gleich seyn; eben dasselbe wird auch in Hinsicht auf b und b' stattfinden, die ganz am Ende des Eisens liegen; denn für beide geht die Hälfte der inducirenden Eisentheilchen verloren. Wenn aber die Windungen sich nicht ganz am Ende, sondern demselben nur nahe befinden, wie in d und d' , so fehlt ein Theil der einwirkenden Eisentheilchen für d' , während für d noch alle da sind; die Einwirkung auf die weitere Spirale d' wird also nothwendig schwächer seyn als auf d , wenn diese Einwirkung auf a und a' völlig gleich war. — Das von mir für die elektromotorische Kraft magnetoelektrischer Ströme aufgestellte Gesetz gilt also ohne alle Modification eigentlich nur für unendlich lange Eisenstangen.

Wenn dem aber so ist, so fragt es sich nun, woher es kam, daß ich bei meinen früheren Versuchen diese, wenn auch geringe, Abweichung von dem allgemeinen Gesetze der Unabhängigkeit der elektromotorischen Kraft der magnetoelektrischen Ströme von der Weite der Windungen nicht gefunden habe? Eine nähere Betrachtung der dort angewandten Beobachtungsmethode wird uns Rechenschaft darüber geben.

Ich habe in meiner damaligen Abhandlung zwei Versuche zum Beweise des in Rede stehenden Gesetzes angeführt. Bei dem ersten Versuche war das Verhältniß der Durchmesser der Windungsweite $= 0'',73 : 6'',57$, bei dem zweiten gar wie $0'',73 : 28'',0$. Ich will mich gleich auf den letzten Versuch, wo das Verhältniß der Durchmesser fast wie $1 : 40$ war, beschränken; was von ihm gilt, gilt in noch größerm Maasse vom ersten Versuch, wo dieses Verhältniß fast nur $= 1 : 9$ war. Die Inducirung des Stromes in den Spiralen ward so veranstaltet, daß die Spirale von $28''$ Durchmesser, die aus sechs Windungen bestand, welche um ein Rad von die-

sem Durchmesser, dicht an einander liegend, gewunden waren, auf einen Eisencylinder geschoben wurde, der etwa $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser hatte und 2 Zoll lang war; an dem Ende desselben wurden nun, in einer Richtung mit ihm, zwei starke magnetische Coulomb'sche Systeme mit entgegengesetzten Polen angelegt, so daß der Eisencylinder stark magnetisch wurde; beim plötzlichen Abreißen der beiden Magnetsysteme nach beiden entgegengesetzten Seiten hin ward der inducirte Strom in der Spirale erzeugt. — Wenn die beiden Systeme, von denen jedes $19\frac{1}{2}$ Zoll lang war, an dem Anker lagen, so hatte man gleichsam einen Magneten von 41 Zoll Länge, um welchen sich die Spirale schlang, während ihr Abstand von demselben nur 14 Zoll betrug. Es betrug also der oben angeführte und mit *man* bezeichnete Winkel 112° . Wurden die Systeme plötzlich fortgerissen, so ward der Magnetismus innerhalb dieses ganzen Winkels aufgehoben, und es wirkten auf die Spiralen nicht bloß die 2 Zoll des Eisencylinders, sondern auch die beiden $19\frac{1}{2}$ Zoll langen Magnete. Man findet also die Erklärung, warum sich hier die der weiten Spirale nachtheilige Endwirkung nicht zeigte, wenn man zugiebt, daß sämtliche noch merklich auf die Inducirung einwirkenden magnetischen Elemente innerhalb des Winkels von 112° liegen, was gewiß sehr wahrscheinlich ist.

Nach diesen Erläuterungen muß ich also das von mir in der angeführten Abhandlung zu *allgemein* aufgestellte Gesetz, daß die elektromotorische Kraft der magneto-elektrischen Ströme von der Weite der Windungen unabhängig sey, dahin modificiren, *daß es in dieser Allgemeinheit nur gültig sey, wenn die inducirenden Magnetstäbe gegen die Weite der Windungen als unendlich lang anzusehen sind, daß es aber auf kürzere Magnetstäbe die Beschränkung erleide, daß die weiteren Spiralen gegen die engeren etwas im Nachtheile sind.*

Ganz Aehnliches, als welches ich so eben von der

Weite der Windungen der magneto-elektrischen Spiralen gesagt habe, läßt sich auch von dem andern von mir in der erwähnten Abhandlung aufgestellten Gesetze, *dafs die elektromotorische Kraft in den magneto-elektrischen Spiralen der Anzahl der Windungen proportional sey*, bemerken; auch hier müssen bei nicht unendlich langen inducirenden Magneten die Endwindungen eine etwas geringere elektromotorische Kraft entwickeln. — Warum sich dieses bei meinen dortigen Versuchen nicht ergab, lag theils darin, dafs die Spirale den inducirenden Eisencylinder eng umschlofs, wo also die Schwächung der Endwindungen am wenigsten hervortreten mußte, theils aber auch darin, dafs die Windungen nicht blofs vom verschwindenden Magnetismus des Eisencylinders inducirt wurden, sondern auch durch's Entfernen von Hufeisenmagneten, wodurch gleichsam der inducirende Magnet verlängert wurde. Ich halte es nicht für nöthig diefs mehr im Detail zu zeigen, da der Fall dem so eben betrachteten ganz analog ist, nur ist hier ein Hufeisenmagnet, statt der beiden geradlinigen Systeme gebraucht.

Also auch hier ist das Gesetz, dafs die elektromotorische Kraft der Anzahl der Windungen der magneto-elektrischen Spirale proportional sey, dahin zu modificiren, dafs es im strengen Sinne nur für solche inducirende Magnete gelte, die im Verhältnifs zur Weite der Windungen als unendlich lang angesehen werden können. Besser noch, und dann allgemein gültig, läßt es sich so aussprechen: *Die elektromotorische Kraft einer inducirten Spirale ist gleich der Summe der elektromotorischen Kräfte sämmtlicher einzelnen Windungen.*