sey abhängig von den in verschiedenen physikalischen Zuständen veränderlichen Abstand ihrer Molecule, lag es nahe sie zu prüfen durch Versuche mit nach verschiedenen Richtungen aus Krystallen der unregelmäßigen Systemen geschnittenen Platten. Ich würde mich einer derartigen Arbeit demnächst zugewandt haben, wäre mir nicht zufällig bekannt geworden, daß ein um die Lehre von der strahlenden Wärme vielfach verdienster Physiker bereits mit einer solchen beschäftigt sey und die gefundenen Resultate baldigst veröffentlichen werde. Dieser Veröffentlichung, die, wie ich höre, einer früheren Mittheilung über denselben Gegenstand (Poggendorff's Ann. Bd. 74, S. 185) widersprechen, und also auch von dieser Seite eine Bestätigung meiner Ansichten beibringen wird, sehe ich mit gespanntem Interesse entgegen.

Ich meinestheils beabsichtige nun zunächst die Beantwortung der Frage zu versuchen, ob dieselbe Glasplatte in verschiedener Temperatur gleiche oder verschiedene Antheile der unter demselben Winkel auffallenden Wärmeeinheit zurückwerfe.

Heidelberg, den 23. November 1851.

VII. *Ueber den Inductionsstrom der elektromagnetischen Maschine; von J. H. Koosen.*

Wenn man in den Schließungsdraht einer in Bewegung gesetzten elektromagnetischen Maschine eine Tangentenbussole einschaltet, so bietet die Beobachtung der Stromstärke, je nachdem man die galvanische Batterie verstärkt oder je nachdem man durch höhere Belastung der Maschine die Geschwindigkeit derselben variiren läßt, einige merkwürdige Phänomene dar, welche bisjetzt noch nicht hinreichend erklärt worden sind, deren Theorie aber

im Folgenden ausführlich zu entwickeln versucht werden soll. Die erwähnten Phänomene sind im Wesentlichen folgende: Die Stromstärke zeigt sich durch die Bewegung wesentlich vermindert und zwar um so mehr, je größer die Geschwindigkeit der Maschine bei gleich bleibender Stärke der Batterie ist; bei abnehmender Geschwindigkeit nähert sich der durch die Tangentenbussole gehende Strom einem bestimmten Werthe, demjenigen nämlich, welcher stattfindet, wenn die Maschine in Ruhe ist; wobei natürlich vorausgesetzt wird, daß in demselben Zeitpunkte der Strom immer durch einen Schließungsdraht von genau demselben Leitungswiderstande gehe und der Uebergang desselben von Einer Schließung in eine andere momentan und ohne Unterbrechung statfinde. Geht die Maschine ohne Belastung, d. h. hat sie in ihrer Bewegung nur den Widerstand der Luft und der Reibung zu überwinden, und man verstärkt die Batterie, so nimmt die Geschwindigkeit der Maschine nahezu in demselben Verhältnisse zu, wie die Stromstärke, d. h. wie diejenige Stromstärke, welche stattfinden würde, wenn die Maschine sich nicht bewegte, und welche wir der Kürze halber mit i bezeichnen wollen; hingegen diejenige Stromstärke, welche während der Bewegung durch die Tangentenbussole geht und die ich fortan I nennen will, zeigt nur eine äußerst geringe Zunahme, so etwa, daß wenn i um das n fache wächst, I nur um das $\sqrt[4]{n}$ oder $\sqrt[5]{n}$ fache vermehrt wird.

Ist hingegen die Maschine constant belastet, so daß der Widerstand der Luft und der Reibung unbedeutend ist gegen den der zu hebenden Last, so nimmt I im obigen Falle nahezu um das $\sqrt[3]{n}$ fache zu, wenn sich i in $n i$ verwandelt.

Der Unterschied in diesen beiden Fällen ist offenbar darin zu suchen, daß im zweiten Falle, wo eine wirkliche Last gehoben wird, der Widerstand proportional der Geschwindigkeit und im einfachen Verhältniß wie diese wächst, im ersten Falle hingegen, wo nur die Widerstände der

Reibung und der Luft zu überwinden sind, diese in einem weit kleineren, obwohl aus nicht genau bekanntem Verhältnisse wie die Geschwindigkeit, zunehmen. Die geringe Zunahme des Stromes I bei veränderlichem Batteriestrome ist bei einer genau gearbeiteten und leicht beweglichen Maschine so auffallend, daß ich diese Erscheinung mit Vortheil benutzt habe, wo es sich darum handelt, für wissenschaftliche Zwecke einen Strom von fast absolut gleichbleibender Stärke für längere Zeit herzustellen; der Strom ist von einer Gleichmäßigkeit, wie man ihn durch keine der bekannten constanten Batterien unmittelbar, noch durch Zuhülfenahme von Agometervorrichtungen, erreichen kann, und wird in diesem Zustande selbst durch ganz inconstante galvanische Combinationen erhalten.

Die Bewegung der Maschine wirkt auf den Batteriestrom wie ein selbst wirkender Regulator und erhält dadurch den wirklich stattfindenden Strom immer nahezu in derselben Stärke.

Die eben besprochenen Fundamentalerscheinungen sind im Allgemeinen schon seit längerer Zeit bekannt und werden dem Einflusse des Extrastromes zugeschrieben, welcher während der Bewegung der Maschine durch das abwechselnde plötzliche Entstehen und Verschwinden des Magnetismus in den Spiralen und Eisenstäben erzeugt wird und dessen Richtung derjenigen des ursprünglichen Batteriestromes entgegengesetzt ist; es fehlte jedoch noch an einer näheren Kenntniß der Gesetze und Theorie dieses Stromes, namentlich, was seine Abhängigkeit von der Geschwindigkeit und von der Belastung der Maschine betrifft. Die von Joule und Scoresby bekannt gemachten Versuche über den mechanischen und ökonomischen Effect elektromagnetischer Motore bei verschiedenen Graden der Geschwindigkeit lassen auch nicht die geringste Gesetzmäßigkeit in diesen Erscheinungen vermuthen, einfach aus dem Grunde, weil die genannten Beobachter nur das Verhältniß des mechanischen Effectes zu den beiden Stromstärken, nicht aber gleichzeitig die Umdrehungsgeschwindigkeit

der Maschine, welche von dem größten Einfluß auf jenes Verhältniß ist, in Betracht gezogen; sie haben diese Geschwindigkeit nicht einmal angegeben. Indem sie ihren Untersuchungen eine theoretische Formel für die Abhängigkeit des mechanischen Effectes von den beiden Stromstärken zu Grunde legten, in welcher der Einfluß der Umdrehungsgeschwindigkeit gar nicht eintrat, durfte es nicht auffallen, wenn ihre Versuche in keinem Punkte mit jener Formel übereinstimmten; auf die theoretische Auffassungsweise der in Rede stehenden Erscheinungen von Seiten der beiden genannten Physiker werde ich späterhin zurückkommen.

Ehe ich zur Beschreibung der von mir angestellten Versuche übergehe, wird es nöthig seyn, durch einige theoretische Bemerkungen eine klare Einsicht in das scheinbar complicirte Verhältniß, in welchem die Stromstärken i und I zu einander und zur Drehungsgeschwindigkeit des Motors stehen, zu gewinnen. Der inducirte oder Extrastrom, dessen Stärke wir mit i' bezeichnen wollen, so daß

$$i = i' + I$$

ist offenbar, wie aus früheren Versuchen bekannt, einfach proportional dem Magnetismus, durch dessen Entstehen er erregt wird; dieser Magnetismus aber ist wiederum einfach proportional der Stärke des *primären* Stromes. Die Ungewissheit besteht auf den ersten Blick nur darin, ob wir als *primären* Strom denjenigen Strom ansehen sollen, welcher unabhängig von dem inducirten secundären Strome i' , im Drahte strömt, oder denselben vermindert durch diesen Extrastrom, also die Stromstärke I . Offenbar kann nur das letztere der Fall seyn, denn während der Bewegung und sobald diese einen gleichförmigen Zustand erreicht hat, kann ja der Batteriestrom i gar nicht zum Maximum seiner Stärke gelangen, sondern wird in jedem Augenblick durch den gleichzeitigen Extrastrom auf die Intensität $i - i' = I$ herabgedrückt. Der während der Bewegung existirende Magnetismus kann daher auch nur als der Stromstärke I , nicht dem Strome i proportional betrachtet werden. Etwas An-

deres freilich wäre es, wenn man die Maschine als vom Zustande der Ruhe ausgehend betrachtet; dann wäre aber die ganze von uns aufgestellte Betrachtungsweise, derzufolge wir den Extrastrom als eine gleichmäßig und mit gleicher Stärke, ähnlich dem Batteriestrome, wirkende Kraft ansehen, während er doch in der That stofsweise und mit sehr veränderlicher Intensität wirkt, ganz unzulässig; sie kann nur Gültigkeit haben, wenn die Maschine eine vollkommene gleichförmige Geschwindigkeit erlangt hat.

Bezeichnen wir nun mit m den Magnetismus, welchen die Einheit des in einem bestimmten Zeitpunkte den Schließungsdraht einer Maschine durchfließenden Stromes hervorbringt; durch a die Intensität des Extrastroms, welchen der Magnetismus $= 1$ durch sein abwechselndes Entstehen bei der Umdrehungsgeschwindigkeit $= 1$ in demselben Schließungsdrahte hervorbringt; durch v endlich die wirklich in einem bestimmten Zeitpunkte statthabende Geschwindigkeit, so ist

$$i = m a I v$$

der Ausdruck für die Intensität des Extrastromes, sobald die Maschine in den Zustand gleichförmiger Bewegung gelangt ist und der Strom I durch den Schließungsdraht fließt.

Dann ist auch

$$i = m a I v + I \dots (1)$$

$$\text{und } m a v = \frac{i - I}{I}.$$

Die Größe $\frac{i - I}{I}$ muß also, wenn i , die Stärke des Batteriestromes, dieselbe bleibt, bei veränderlicher Umdrehungsgeschwindigkeit der letzteren proportional wachsen und abnehmen, da ma , welches nichts anderes ist als die Stärke des Extrastromes, welcher bei der Einheit der Umdrehungsgeschwindigkeit durch die Einheit des primären Stromes in demselben Schließungsdrahte hervorgebracht wird, für eine und dieselbe Schließungsspirale constant seyn muß.

Die folgenden Versuche habe ich an vier verschiedenen

Maschinen angestellt, um die Gültigkeit der vorstehenden Formel zu prüfen. Jede Horizontalspalte enthält eine Reihe schnell auf einander folgend gemachter Versuche, in welchem die Intensität i des Batteriestromes, so weit es möglich war, constant erhalten wurde, in welchem aber der Maschine verschiedene Geschwindigkeiten von 1, 2 oder 3 Umdrehungen in der Sekunde gegeben wurden. Die Verticalspalten enthalten alsdann die den betreffenden Geschwindigkeiten entsprechenden Werthe für I in Tangenten der Ablenkungswinkel, und daraus berechnet die Werthe von $\frac{i-I}{I}$. Die Umdrehungsgeschwindigkeit der Maschine wurde in diesen Versuchen theils durch Veränderung der Belastung, theils durch Vermehrung der Reibung, theils durch Verstellung des Commutators regulirt und ihre Gröfse nach den Schlägen eines Sekundenpendels bestimmt.

No. des Versuchs.	Stromstärke, wenn d. Maschine in Ruhe i .	Die- selbe für $\frac{1}{2}$ Umdrehung in $1''$ I .	$\frac{i-I}{I}$	für 1 Umdr. in $1''$ I .	$\frac{i-I}{I}$	für 2 Umdr. in $1''$ I .	$\frac{i-I}{I}$	für 3 Umdr. in $1''$ I .	$\frac{i-I}{I}$
I	1,192			0,949	0,25	0,740	0,60	0,593	1,0
II	1,428			1,11	0,29	0,854	0,67	0,625	1,2
III	1,150			0,932	0,23	0,726	0,58		
IV	1,28			1,036	0,24	0,81	0,58		
V	1,921			1,483	0,30	1,235	0,55	0,839	1,3
VI	1,11	0,869	0,28	0,713	0,55				
VII	1,376	1,0	0,37	0,829	0,66				
VIII	1,428	1,11	0,28	0,885	0,61	0,601	1,37		
IX	1,483	1,091	0,36	0,90	0,65				
X	1,732	1,280	0,35	1,0	0,73				
X	1,80			0,966	0,86	0,658	1,73		

So unvollkommen auch die vorstehenden Versuche in vieler Beziehung sind, so läfst sich doch die Gesetzmäßigkeit in der Zunahme der Gröfse $\frac{i-I}{I}$, nahezu proportional

der Umdrehungsgeschwindigkeit der Maschinen, nicht verkennen. Jeder, der in ähnlicher Weise mit elektromagnetischen Maschinen experimentirt hat, wird die Schwierigkeiten, welche einer scharfen Beobachtungsmethode entgegengetreten und die Resultate derselben in so mannigfacher Weise entstellen, bemerkt haben. Ich will von diesen Schwierigkeiten nur das Folgende erwähnen. Bei jeder einzelnen Beobachtungsreihe ist vorausgesetzt, daß der Strom i während der ganzen Reihe der in einer Horizontalspalte aufgezeichneten Versuche constant bleibe; dieß ist selbst mit den constantesten galvanischen Ketten selten zu erreichen. Schwieriger ist aber die Beobachtung der Stromstärke i selbst. Wenn nämlich die Maschine in einer bestimmten Lage festgehalten wird, und der Strom, durch einen bestimmten Schließungsdraht gehend, einen Werth von i angiebt, so geht in anderen Phasen der Umdrehung der Strom durch einen anderen Schließungsdraht, welcher mit dem ersten verglichen, nicht genau denselben Leitungswiderstand darbietet und daher einen von dem ersten verschiedenen Werth von i giebt; man müßte daher, um den wahren Werth von i zu erfahren, das Mittel aus allen stattfindenden Werthen dieser Größe nehmen, immer vorausgesetzt, daß die Stromwechselung so eingerichtet sey, daß der Strom augenblicklich von Einer Schließung ohne absolute Unterbrechung in die andere übergeht. Da die letztere Bewegung bei den zu meinen Versuchen verwandten Maschinen erfüllt ist, so habe ich es vorgezogen die Stromstärke i auf die Weise zu ermitteln, daß ich die Maschine *sehr langsam* sich drehen ließ und dann die Stromstärke an der Tangentenbussole ablas, da bei der langsamen Drehung der Einfluß des inducirten Stromes vernachlässigt werden konnte. Dann erhielt ich einen Werth für i , welcher im Allgemeinen mit dem eben erwähnten Mittelwerthe für die verschiedenen Schließungen zusammenfällt; dennoch konnte es nicht ausbleiben, daß in manchen Fällen, z. B. bei VII, der wahre Werth von i höchst wahrscheinlich um ein Bedeutendes von dem beobachteten ab-

abweicht, sonst könnten die Unregelmäßigkeiten, welche man in den Werthen $\frac{i-I}{I}$ für ein und dieselbe Umdrehungsgeschwindigkeit und an derselben Maschine bemerkt, nicht stattfinden. Nach der oben entwickelten Formel ist nämlich $\frac{i-I}{I} = m a v$; für eine bestimmte Umdrehungsgeschwindigkeit $= 1$, bezeichnet daher $\frac{i-I}{I} = m a$ nichts anderes, als die Stärke des Extrastromes, welcher durch die Einheit des primären Stromes in einem bestimmten Schließungsdrahte erzeugt wird. Diese Gröfse muß also auch für eine und dieselbe Geschwindigkeit constant seyn, welche Stärke auch der Batteriestrom haben mag; und in der That lassen sich in den, für die Maschine geltenden, in einer Verticalspalte stehenden Werthen von $\frac{i-I}{I}$ keine *gesetzmäßigen* Abweichungen, welche von einem Einflusse der verschiedenen Stärke des Batteriestromes herrühren könnten, erkennen, so groß auch die darin vorkommenden, aus Beobachtungsfehlern fließenden Unregelmäßigkeiten seyn mögen.

Von dem Gesetze, daß die Werthe von $\frac{i-I}{I}$ für denselben Strom i den resp. Umdrehungsgeschwindigkeiten proportional seyen, findet jedoch bei den vorstehenden Versuchen dort, wo der Strom I bei dreimaliger Umdrehung in der Sekunde beobachtet wurde, eine bedeutende Abweichung statt, welche darin ihren Grund hat, daß bei dieser großen Geschwindigkeit der Commutator nicht mehr vollkommen regelmäßig wirken konnte, sondern häufige Stromunterbrechungen und dadurch wiederum Extrastrome an ungehörigen Orten veranlafte, wodurch die Gröfse $\frac{i-I}{I}$ bedeutend wachsen mußte. Bei der gedachten Umdrehungsgeschwindigkeit, hatten nämlich an meinen Maschinen, die leitenden Federn, welche die Schließung und Unterbrechung besorgten, eine absolute Geschwindigkeit von ungefähr 4 Fuß in der Sekunde und in dieser kurzen Zeit

wurde der Strom an 120 *Mal* geöffnet und resp. geschlossen; so gut daher auch der Commutator gearbeitet war, konnte es bei dieser großen Geschwindigkeit der Federn nicht fehlen, daß sie auch vermöge der Centrifugalkraft und kleiner Unregelmäßigkeiten in der leitenden Oberfläche des Commutators von diesen leitenden Oberflächen auch an anderen Orten absprangen, als bloß da, wo wirklich ein Stromwechsel eintreten sollte. Dieß zeigte sich auch deutlich an der großen Zahl unregelmäßiger Unterbrechungsfunken. Was überhaupt Commutatoren an elektromagnetischen und an magnetoelektrischen Apparaten betrifft, so halte ich das gebräuchliche Amalgamiren derselben, welches die Metalle so sehr angreift und zerfrisst, nur in solchen Fällen für passend, wo man die Reibung unter den Theilen des Commutators so klein wie möglich machen will; in anderen Fällen, namentlich bei größeren Maschinen, wende ich nie Amalgamation an, sondern lasse die Metallfedern und Walzen trocken oder sehr wenig geölt auf einander laufen und fest an einander drücken; dann müssen aber diese Theile allerdings aus Silber oder doch zum Theil aus einem edlen Metalle gefertigt seyn.

Geht eine elektromagnetische Maschine mit einer bestimmten Belastung P , welche so groß ist, daß der Widerstand der Luft und der Reibung dagegen vernachlässigt werden kann, so können wir in der Gleichung (I) $v = \frac{I^2}{P}$ setzen, indem ja bei diesen Maschinen bekanntlich der mechanische Effect vP wie das Quadrat des erzeugten Magnetismus wächst; dann ist

$$i = \frac{maI^3}{P} + I \text{ und } \frac{ma}{P} = \frac{i-I}{I^3}.$$

Die Größe $\frac{i-I}{I^3}$ ist also für jede unter einer bestimmten Belastung gehenden Maschine, mit welcher Geschwindigkeit und unter welchem Batteriestrome sie auch gehen mag, eine constante Größe; aus der Form der Größe $\frac{i-I}{I^3}$ erhellt auch, weshalb, wie ich früher erwähnte, bei ver-

stärkter Batterie, der an der Tangentenbussole gemessene Strom I nur so äußerst wenig, nämlich nahezu im Verhältniß der Kubikwurzel des Batteriestromes i , wächst oder abnimmt. Ersetzen wir in (1) I durch v so wird diese Gleichung

$$i = \frac{amv^3 + \sqrt{v}}{\sqrt{P}},$$

d. h. die Geschwindigkeit einer unter constanter Belastung gehenden Maschine nimmt mit dem Batteriestrome i nahezu in demselben oder in einem um etwas größeren Verhältnisse zu; dieß stimmt auch im Allgemeinen mit den Beobachtungen überein. Geht aber die Maschine ohne Belastung, d. h. hat sie nur einen Widerstand zu überwinden, der nicht wie eine angehängte Last proportional der Geschwindigkeit, sondern in einem weit geringeren Verhältnisse, etwa in der $\frac{1}{n}$ -ten Potenz der letzteren wächst, dann werden obige beide Gleichungen, wenn man diesen Widerstand der Reibung und eines widerstehenden Mittels als eine zu hebende Last ansieht,

$$i = \frac{amI^{\frac{2n+1}{n}}}{P^n} + I \text{ und } i = \left\{ amv^{\frac{2n+1}{2n}} + v^{\frac{1}{2n}} \right\} \sqrt{P}$$

so daß hier I in noch weit geringerem Verhältnisse als in dem der Cubikwurzel der Zunahme von i wächst und die Geschwindigkeit der Maschine v als nahe einfach proportional der Stromstärke i gesetzt werden kann.

Aus Vorstehendem erhellt, daß es für jede elektromagnetische Maschine zwei Coëfficienten am und $\frac{am}{P}$ giebt, die sich durch einige Versuche bald ermitteln lassen und von denen der erstere für eine gewisse Geschwindigkeit der Maschine, der andere aber für eine bestimmte Belastung derselben unter allen Verhältnissen constant bleibt. Wenn man diese beiden Coëfficienten unter Zugrundlegung einer willkürlichen Einheit für Geschwindigkeit und Belastung ermittelt hat, so kennt man damit zugleich alle übrigen Eigenschaften der Maschine. Der Coëfficient am der con-

stanten Geschwindigkeit ist der Werth für die Stärke des Extrastromes, welcher durch die Einheit des primären Stromes bei dieser Geschwindigkeit in dem Schließungsdrahte erregt wird; dieser Coëfficient ist daher wesentlich abhängig von der Construction des Commutators, d. h. von der Anzahl der Stromschließungen und Oeffnungen, welche jede Drahtspirale während Einer Umdrehung der Maschine erfährt, ferner von der Natur der Spirale selbst und von der Beschaffenheit der darin enthaltenen Eisenstäbe. Dieser Coëfficient am ist aber durchaus nicht abhängig von der Einrichtung der Maschine selbst, d. h. von dem Princip, nach welchem sie costruirt ist, und von der mehr oder weniger vollkommenen Ausführung desselben, indem dieß erst durch den Werth von $\frac{am}{P}$ näher bestimmt wird.

Da das Ohm'sche Gesetz auf inducirte Ströme ebenso gut anwendbar ist, wie auf primäre Ströme, so folgt aus diesem Gesetze für den Coëfficienten am , d. h. für die Stärke des Extrastromes, welcher durch die Einheit des primären Stromes hervorgebracht wird, die merkwürdige Bedingung, daß bei verschiedenen Spiralen, welche dieselben Eisenstäbe umfassen, diese Größe proportional dem absoluten Gewichte des dazu verwandten Kupferdrahtes, von den relativen Dimensionen dieses Drahtes aber gänzlich unabhängig ist, weil die Veränderung dieser Dimensionen in irgend einer Beziehung den primären wie den secundären Strom in verhältnißmäßig gleichem Grade afficirt — (immer unter der Voraussetzung, daß der Widerstand in der galvanischen Kette selbst als sehr klein gegen den des Schließungsdrahtes angenommen werde).

Aus dieser Eigenthümlichkeit der Größe am , mit dem Gewichte des Kupferdrahtes proportional zu wachsen, erklärt sich die Erscheinung, daß große elektromagnetische Maschinen eine verhältnißmäßig so geringe mechanische Wirkung abgeben, indem hier der inducirte Strom und mithin die Schließung des Magnetismus während der Bewegung der Maschine in weit größerem Verhältnisse als

der Batteriestrom zunimmt, so lange die Umdrehungsgeschwindigkeit *caeteris paribus* die gleiche ist.

Es ist mir gelungen durch ein eigenthümliches System der Commutation den bei der Bewegung elektromagnetischer Maschinen auftretenden Extrastrom und dessen die Kraft dieser Maschinen so beeinträchtigende Wirkung aufzuheben, wodurch zugleich der Unterbrechungsfunke gänzlich beseitigt wird. Die Beschreibung dieses Verfahrens, in Bezug auf welches mir gegenwärtig noch manche Punkte theoretisch nicht hinreichend klar sind, und welches mich zu einer Reihe galvanometrischer Versuche geleitet hat, welche ich noch nicht als abgeschlossen ansehen kann, — hoffe ich bei einer späteren Gelegenheit geben zu können; die Theorie des Commutators, *während der Bewegung* der Maschinen und der Einfluss des Extrastromes auf die relative Stellung desselben, ist für die Saxton'sche Maschine zwar durch eine in diesen Annalen enthaltene Abhandlung von Lenz sehr klar und ausreichend dargestellt worden; allein für die elektromagnetische Maschine treten, wenn auch analoge, doch bei weitem von den in der Saxton'schen Maschine herrschenden Verhältnissen abweichende Umstände ein, indem sich die in dem letzteren Falle auftretenden, in entgegengesetzter Richtung gehenden secundären Ströme bei gehöriger Stellung des Commutators aufheben und daher die totale Wirkung des primär inducirten Stromes nach den Versuchen von Lenz nicht verändern sollen, was aber bei den elektromagnetischen Maschinen nicht der Fall ist, wenigstens bei dem gewöhnlichen Commutationsverfahren, vielmehr durch den secundären Strom hier immer und bei jeder Stellung des Commutators sowohl der während der Bewegung erzeugte Magnetismus als auch der durch die Tangentenbussole gehende Strom geschwächt wird.

Die Entstehung eines Extrastroms in einer Eisenstange umgebenden Spirale ist nur möglich unter der Voraussetzung, dass, auch abgesehen von dem Einflusse des

secundären Stromes, der in der Eisenstange entstehende, wie verschwindende Magnetismus eine gewisse Zeit zu seinem Entstehen und Verschwinden gebrauche; diese Voraussetzung, obwohl sie sich dem allgemeinen Naturgesetze, daß jede Wirkung in der Natur, um zu ihrem vollen Wirkungswerthe zu gelangen, einen gewissen Zeitverlust voraussetze, gewissermaßen von selbst versteht, ist jedoch für das Entstehen des Magnetismus durch den elektrischen Strom experimentell erst neuerdings dargethan worden und daher jetzt keinem Zweifel mehr unterworfen, obwohl diese Versuche wegen der Kleinheit des zu messenden Zeittheiles große Genauigkeit und Scharfsinn in der Beobachtungsmethode erforderten. Bei elektromagnetischen Maschinen, deren Commutator in der Sekunde eine große Anzahl von Oeffnungen und Schließungen der Kette bewerkstelligt, übt nun diese kurze Zeitdauer, welche von dem Eintritte des Stroms bis zu dem Punkte, wo der Magnetismus des weichen Eisens seinen vollen, der Stromstärke entsprechenden, Werth erlangt hat und von der wir wissen, daß sie bei zolldicken Eisenstäben schon über $\frac{1}{100}$ Sekunde beträgt, — ebenso wie diejenige kurze Zeitdauer, welche von der Unterbrechung des Stroms in der Spirale bis zum Aufhören des Magnetismus im Eisen verfließt, — einen großen Einfluß auf die Größe des secundären Stroms, wie auf die gesamte mechanische Wirkung dieser Maschine, und endlich auf die Stellung des Commutators, welche erforderlich ist, um diese Wirkung zur größtmöglichen zu machen, aus. Es kommt also hauptsächlich darauf an, die Gesetze zu entwickeln, nach welchen sich der durch einen galvanischen Strom, mag dieser primär oder secundär seyn, in weichem Eisen erregte Magnetismus, als Function der Zeit entwickelt und respective verschwindet. Ich bin gegenwärtig mit einer Reihe von Versuchen beschäftigt, welche den Zweck haben, den Werth der analytischen Formeln, welche sich vom mathematischen Gesichtspunkte aus, über diese Frage aufstellen lassen, zu prüfen, und hoffe baldigst auf

diesen Gegenstand, welcher die Grundlage zu einer genauen Theorie des Commutators bildet, Ausführlicheres mittheilen zu können.

Dresden, im December 1851.

VIII. Ueber die Tragkraft der Elektromagnete; von Dr. Julius Dub.

Zu den neuesten Versuchen über die Gesetze, denen die elektromagnetische Anziehung folgt, gehören die von Hrn. Dr. Tyndall¹⁾.

Durch die Erfahrung belehrt, daß der Anker besonders durch seine Berührungsfläche die Beobachtung über die Anziehung der Elektromagnete erschwere und ungenau mache, wählt Hr. Tyndall, um den Einfluß der Form so viel wie möglich zu beseitigen, Kugeln aus weichem Eisen zu Ankern. Die Messungen, welche er damit anstellt, führen zu folgenden zwei Gesetzen²⁾:

1. *»Die wechselseitige Anziehung zwischen einem Magneten und einer Kugel aus weichem Eisen, wenn beide sich unmittelbar berühren, ist der Stärke des Magneten oder dem magnetisirenden Strome direct proportional.«*

2. *»Die gegenseitige Anziehung eines Elektromagneten und einer Kugel aus weichem Eisen, wenn beide von einander durch einen bestimmten Zwischenraum getrennt sind, ist dem Quadrate des erregten Magnetismus proportional.«*

Die früher von mir angestellten Versuche (Pogg. Ann. Bd. 80, S. 499) zeigen nur für Entfernungen dasselbe Resultat, wogegen bei Berührung des Ankers und Magneten die Tragkraft größer als das directe Verhältniß der Ströme ist. Ich fand bei doppelter Stromstärke ungefähr eine dreimal so große Tragkraft wie bei einfachem Strome, und

1) Pogg. Ann. Bd. 83, S. 1.

2) Pogg. Ann. Bd. 83, S. 36.