Der Nebenstrom der elektrischen Batterie hat unter allen Umständen, welche eine verschieden gerichtete Magnetisirung durch denselben bedingen, im Nebendrahte stets dieselbe Richtung, welche der Entladungsstrom im Hauptdrahte hat.

III. Ueber die Principien der elektro-magnetischen Maschinen; von M. H. Jacobi.

(Ein Vortrag, gehalten in der diesjährigen Versammlung britischer Naturforscher zu Glasgow. — Aus dem „Athenaeum,“ No. 678.)

Ich habe die Ehre, der britischen Versammlung einen Abriss von den Gesetzen der Wirkung elektro-magnetischer Maschinen vorzulegen, Gesetzen, die uns befähigen, die wichtige Aufgabe von der Anwendung des Elektro-Magnetismus als bewegende Kraft in genauer Weise zu lösen. Seit dem Beginn meiner Arbeiten, die zum Theil eine rein practische Tendenz hatten, nahm ich mir vor, die Lücke, welche noch in unserer Kenntniß vom Elektro-Magnetismus übrig war, so viel wie möglich auszufüllen. Mit Hülfe des Hrn. Lenz verfolgte ich die Arbeiten, die um so schwieriger waren, als sie in der Richtung, die ich einzuschlagen für nöthig hielt, wenig Vorgängerinnen hatten, und wir begannen daher die Gesetze der Elektro-Magnete sorgfältig zu untersuchen. Der Bericht, welcher die Resultate unserer Untersuchungen enthält, wurde im Juni 1838 vor der Petersburger Academie gelesen ¹⁾. Ich nehme mir die Freiheit, zuvörderst den Inhalt dieses Berichts hier kurz zu wiederholen.

Das Problem, welches ich zu lösen suchte, kann folgendermaßen aufgestellt werden. Wenn ein Kern von weichem Eisen und eine Volta'sche Batterie von gewisser Oberfläche gegeben sind: In wie viel Elemente muß diese Oberfläche getheilt werden? wie dick muß der den

1) Vergl. Annal. Bd. XXXXVII S. 225 und 401.

Eisenkern umgebende Draht seyn, und endlich, wie viel Windungen muß dieser machen, um den größten Betrag von Magnetismus hervorzubringen? Ich will mich hier nicht darüber auslassen, auf welche Weise wir verfahren oder welchen Grad von Sicherheit die nach unseren Beobachtungen aufgestellten Gesetze besitzen. Ich nehme mir nur die Freiheit die einzelnen Gesetze darzulegen.

1) Die Stärke des in weichem Eisen durch galvanische Ströme erregten Magnetismus ist proportional der Kraft dieser Ströme. 2) Die Dicke des in Gestalt einer Schraube den Eisenstab umgebenden Drahts ist durchaus gleichgültig, vorausgesetzt, daß die Schraube stets eine gleiche Zahl von Gängen habe und der Strom stets von gleicher Stärke sey. Dieß Gesetz gilt auch für den Fall, daß, statt der Drähte, Streifen von Kupfer genommen werden. Dessenungeachtet muß ich bemerken, daß es, um einen Strom von gleicher Stärke zu erhalten, nöthig ist, einen Volta'schen Apparat von größerer Kraft zu gebrauchen, sobald dünne Drähte, die einen größeren Widerstand darbieten, angewandt werden. 3) Bleibt der Strom sich gleich, so kann, in der Mehrzahl der practischen Fälle, der Einfluß des Durchmessers der Schraube vernachlässigt werden. 4) Die gesammte Wirkung der elektro-magnetischen Schraube auf den Eisenstab ist gleich der Summe der Wirkungen, die jede Windung einzeln ausübt.

Mit Hülfe dieser Gesetze und der Ohm'schen Formel, deren Wichtigkeit erst neuerlich einige britische Physiker zu würdigen angefangen, haben wir eine Formel aufgestellt, die alle zur Erlangung des Maximums von Magnetismus erforderlichen besonderen Umstände umfaßt, und in folgender äußerst einfachen Weise ausgedrückt werden kann: *das Maximum des Magnetismus wird immer erhalten, wenn der gesammte Widerstand des die Schraube bildenden Leitungsdrahts gleich ist dem gesammten Widerstande der Säule.* Bezogen auf

das von Hrn. Faraday entdeckte merkwürdige Gesetz der festen Wirkung des galvanischen Stroms ergibt sich, daß der Magnetismus des weichen Eisens, dividirt durch den Zinkverbrauch, eine Gröfse, die wir den öconomischen Effect nennen, in Bezug auf das Maximum dieses Magnetismus eine constante Gröfse ist oder ein Ausdruck, in den weder die Dicke der Drähte noch die Zahl der aus der gegebenen Gesamtmfläche einer Batterie gebildeten Plattenpaare eingeht, sondern nur die Gesamtdicke der Hülle.

Nach Beendigung dieser ersten Untersuchungen und nach Erlangung dieser Resultate, die nicht blofs ihrer Einfachheit, sondern auch ihres practischen Werthes wegen höchst befriedigend sind, gingen wir daran, unsere Untersuchungen auf Eisenstäbe von verschiedenen Dimensionen anzuwenden. Hier fragt es sich, ob Länge oder Dicke des Kerns eine specifische Wirkung ausübe, oder ob der Grad des Magnetismus blofs von der Construction des Schraubendrahts und der Stärke des Stromes abhängt. Die Lösung dieses neuen Problems bietet gröfsere Schwierigkeit dar, als das, dessen vollständige Lösung uns gelang. Wir waren nun gezwungen, Eisenstäbe von verschiedenen Dimensionen, und folglich, nach aller Wahrscheinlichkeit, von verschiedener Beschaffenheit anzuwenden. Aehnliche Bedingungen in Bezug auf die Wirkung der elektro-magnetischen Schraubendrahte zu erhalten, war gleichfalls schwierig; und wir gewahrten bald, daß diese Umstände es unmöglich machten, eine so enge Uebereinstimmung zu erreichen, wie wir bei unseren früheren Beobachtungen erhalten hatten. Wiewohl diese Versuche schon vor zwei Jahren angestellt wurden, so sind doch die Resultate noch nicht veröffentlicht worden, weil wir, mit anderen Arbeiten beschäftigt, noch nicht Zeit genug zu deren Reduction und Anordnung, so wie zu den erforderlichen Berechnungen finden konnten. Delsungeachtet nehme ich mir die

Freiheit, der Section einige Resultate vorzulegen, welche nicht ohne Interesse sind, und mit der Frage über die elektro-magnetischen Maschinen innig zusammenhängen.

Neun Cylinder von weichem Eisen, jeder 8 Zoll lang und von verschiedenem Durchmesser, von drei Zoll bis ein Drittelzoll, unterworfen wir der Wirkung eines Volta'schen Stroms von immer derselben Stärke, und erhielten dadurch folgende Werthe der magnetischen Kraft:

Durchmesser d. Stäbe.	Magnetismus beobachtet.	Magnetismus berechnet.
3 Zoll	447	442
$2\frac{1}{2}$ -	378	376
2 -	308	310
$1\frac{1}{2}$ -	246	244
1 -	175	178
$\frac{5}{8}$ -	158	156
$\frac{3}{4}$ -	142	135
$\frac{1}{2}$ -	112	113
$\frac{1}{3}$ -	87	91.

Die Rechnung wurde gemacht nach der folgenden Formel:

$$m = 131,75 d + 46,75,$$

in welcher die Constanten nach der Méthode der kleinsten Quadrate bestimmt wurden.

Die Unterschiede zwischen Rechnung und Beobachtung sind nicht so groß, daß sie nicht den unvermeidlichen Beobachtungsfehlern, den Verschiedenheiten in der Beschaffenheit des Eisens u. s. w. zugeschrieben werden könnten. Eine ähnliche Uebereinstimmung fand sich bei andern Beobachtungen, die wir in dem »Report« selbst beschreiben werden. Ich glaube daher, wir können das folgende Gesetz annehmen:

Wenn Eisenstäbe von gleicher Länge dem Einfluß eines Stroms von gleicher Kraft ausgesetzt werden, so ist der Betrag des Magnetismus, den sie annehmen, proportional ihrem Durchmesser.

Ich muß bemerken, daß die Constante, welche wir in der Formel hinzugefügt haben, von dem magnetischen Einfluß des Schraubendrahts abhängt und von dem eingeschlossenen Eisenkern unabhängig ist. Die practischen Folgerungen, die sich aus diesem merkwürdigen Gesetz ziehen lassen, sind von bedeutender Wichtigkeit. Von diesen will ich jedoch für jetzt nur einer erwähnen.

Nachdem gefunden worden, daß der Betrag des Magnetismus proportional ist der Oberfläche des weichen Eisens, wurde ermittelt, daß bei der Construction elektromagnetischer Maschinen, kleine Stäbe oder vielmehr, in Gemäßheit meiner eignen Versuche vom J. 1837 (Taylor's *Scientific Memoirs*, Vol. II), hohle Stäbe vortheilhafter seyen als größere und solide. Ich kann hier die Versuche des Prof. Barlow nicht mit Stillschweigen übergehen, die, wie bekannt, schon vor langer Zeit bewiesen haben, daß die Einwirkung des Erdmagnetismus auf weiches Eisen nur von der Oberfläche, und fast gar nicht von der Dicke abhängt.

Um für Elektro-Magnete von verschiedener Länge das Gesetz zu ermitteln, unternahmen wir, Hr. Lenz und ich, sehr viele und mühsame Beobachtungen; sie wurden sogar auf Stäbe von 13 Fufs Länge ausgedehnt, und dabei zugleich die Bestimmung der besonderen Vertheilung des Magnetismus in den Stäben in Betracht gezogen. Von diesen Beobachtungen will ich nur diejenigen anführen, die auf die elektro-magnetischen Maschinen am meisten anwendbar zu seyn scheinen, und eben so einfache als unerwartete Resultate geliefert haben. Die folgende Tafel enthält die Resultate einiger Beobachtungen mit Stäben von gleichem Durchmesser, aber verschiedener Länge, unter dem Einfluß eines Stroms von gleicher Stärke, der sie in Schraubendrahten umkreiste. Bezeichnet M den Magnetismus der Enden und n die Zahl der Windungen des Drahts, so haben wir:

$$\frac{M}{n} = x,$$

eine Formel, nach welcher wir die Zahlen in der dritten Spalte berechnen können. Die Zahlen der vierten Spalte sind abgeleitet aus einer Reihe anderer Beobachtungen, gemacht mit demselben Draht von 960 Windungen, die indess nicht die ganze Länge der Stäbe bedeckten, sondern nur die Enden derselben und daselbst eine Strecke von etwa zwei Zoll Länge einnahmen. Da die Schraubendrahte bei allen Beobachtungen immer dieselben waren, so brauchte man nur den Magnetismus der Enden durch 960 zu dividiren, um die Zahlen dieser Spalte zu finden.

Versuche über den Magnetismus von Stäben ungleicher Länge.

Länge der Stäbe.	Anzahl der Windungen.	Mittlerer Werth Einer Windung, wenn der Draht bedeckt	
		die ganze Länge	bloß die Enden
3 Fußs	946	7,334	7,560
2,5 -	789	6,993	7,264
2	634	7,402	6,871
1,5	474	7,880	7,491
1	315	7,847	7,573
0,5	163	7,766	7,691
Mittel		7,537	7,408

Aus diesen Zahlen ist ersichtlich, daß der Einfluß Einer Windung des Schraubendrahts beinahe gleich ist für alle Stäbe, und daß ihre Länge keinen specifischen Einfluß ausübt. Nur im Verhältniß zur Zahl der Windungen und zur Stärke des Stroms können die Stäbe einen größeren oder geringeren Betrag an Magnetismus erlangen. Kleine Stäbe scheinen sogar einen geringen Vorzug vor großen zu haben, da sich durch die Versuche ergibt, daß die Kraft von dreifüßigen Stäben sich zu

der von halbfüßigen verhält wie 73 zu 77. Es findet sich auch ein Gewinn im Verhältniß von 75 zu 74, wenn man die ganze Länge der Stäbe bedeckt, statt bloß die Enden mit derselben Zahl von Windungen zu umgeben. Die Unterschiede zwischen den Beobachtungen und den einfachen Gesetzen sind, wie man sieht, für practische Zwecke ganz unbedeutend, und werden hoffentlich mit der Zeit ganz verschwinden, bei einer vollständigen Integration, welche die Gesamtlänge der Stäbe umfaßt, und auf die Wirkung eines Elements des Stroms gegründet ist.

Ich will nun zum eigentlichen Gegenstand meiner Mittheilung übergehen. Im März 1839 übergaben Hr. Lenz und ich der Petersburger Academie einen Bericht, den ich nun der Gesellschaft vorlegen will. Er enthält die Resultate von Versuchen, die uns befähigten das merkwürdige Gesetz aufzustellen, *dafs die Anziehung der Elektromagnete proportional ist dem Quadrat der Stärke des galvanischen Stroms, dessen Einfluss die Eisenstücke unterworfen werden.* Diefs Gesetz ist für die Praxis von höchster Wichtigkeit, da es der ganzen Theorie der elektro-magnetischen Maschinen als Basis dient.

Ehe ich weiter gehe, sey es mir erlaubt einige Bemerkungen zu machen in Betreff eines Instruments, welches ich zu Anfange dieses Jahres der Academie der Wissenschaften vorlegte. Es bezweckt eine Regulirung des galvanischen Stroms, und ist für manche Untersuchungen dieser Art von grossem Werth. Während meines Aufenthalts in London zeigte mir Prof. Wheatstone ein Instrument, welches genau auf denselben Grundsätzen wie das meine beruhte, mit sehr unbedeutenden Abänderungen und Abweichungen. Nun ist es ganz unmöglich, dafs dieser ausgezeichnete Physiker irgend Kunde von meinem Instrument gehabt haben sollte; allein, da wahrscheinlich die Anwendung desselben sehr ausgedehnt werden wird, so mufs ich hinzufügen, dafs wäh-

rend ich dieſes Instrument nur zur Regulirung der Stärke elektriſcher Ströme angewandt habe, er darauf eine neue Methode begründet hat zur Meſſung dieſer Ströme und zur Beſtimmung der verſchiedenen Elemente oder Conſtanten, welche in die analytiſchen Ausdrücke eingehen und die Wirkung einer galvaniſchen Combination bedingen. Vorzüglich iſt es die Meſſung der elektro-motoriſchen Kraft, auf welche Hr. Wheatſtone durch dieſe Mittel ſeine Aufmerkſamkeit gelenkt hat; und er hat mir in ſeinen noch nicht veröffentlichten Papieren ſehr werthvolle, nach dieſer Methode erhaltene Reſultate gezeigt.

Im Fortgange dieſer rein theoretiſchen Unterſuchungen mußte ich wohl direct auf die Frage über die practiſche Anwendung des Elektromagnetismus eingehen. Unglücklicherweiſe kann ich hier weder von den Verſuchen, die ich in einem ſehr groſſen Maasſtabe anſtellte, noch von den Maſchinen und verſchiedenartigen Apparaten, die ich conſtruirte, die Details angeben. Die Nothwendigkeit, die Thatſachen oder tangibeln Reſultate zu vermehren, — eine um ſo dringendere Nothwendigkeit als die practiſchen Anwendungen dieſer Kraft ſo ſehr raſch ſich vermehrten, — dieſe Nothwendigkeit, ſage ich, hat mir nicht Zeit oder Muſe genug zur Ausarbeitung und Anordnung derſelben verſtattet. Ich kann hier nur meine Bereitwilligkeit ausdrücken, jeden ge-wünſchten Aufſchluß über die Details zu geben. Beſonders erwähnen will ich jedoch hier der genügenden Reſultate von den im letzten Jahre gemachten Verſuchen mit einem Boote von 28 Fuſs Länge $7\frac{1}{2}$ Fuſs Breite und $2\frac{3}{4}$ Fuſs Tiefe im Waſſer, welches 14 Perſonen trug, und auf der Nawa mit einer Geſchwindigkeit von $2\frac{1}{4}$ engl. Meilen in der Stunde fortgetrieben wurde. Die Maſchine, welche einen ſehr kleinen Raum einnahm, wurde in Bewegung geſetzt durch eine Batterie von 64 Plattenpaaren, Zink und Platin, jede Platte von 36 Quadrat Zoll Oberfläche, und geladen nach Angabe des Hrn.

Grove mit Salpetersäure und Schwefelsäure ¹⁾. Obwohl diese Resultate vielleicht nicht die übertriebenen Erwartungen einiger Personen befriedigen mögen, so muß doch daran erinnert werden, daß im ersten Jahre, nämlich 1838, als ich dieses Boot durch dieselbe Maschine und eine mit Kupfervitriollösung geladene Batterie von 320 Plattenpaaren, jede Platte von 36 Quadratzoll, bewegte, nur die Hälfte dieser Geschwindigkeit erreicht wurde. Diese ungeheure Batterie nahm einen bedeutenden Raum ein, und die Handhabung derselben war äußerst beschwerlich. Richtige Veränderungen in der Vertheilung der Stäbe, in der Einrichtung des Commutators und zuletzt in den Principien der Volta'schen Batterie führten zu dem erfolgreichen Resultat des folgenden Jahres 1839. So fuhren wir auf der Newa mehr als einmal, den ganzen Tag über, theils mit, theils gegen den Strom, mit einer Gesellschaft von 12 bis 14 Personen, und mit einer Geschwindigkeit nicht geringer als die des ersten Dampfboots. Mehr, glaube ich, kann nicht von einer mechanischen Kraft erwartet werden, deren Daseyn erst seit 1834 bekannt ist, als ich die ersten Versuche in Königsberg machte, und es mir gelang durch eben diese elektro-magnetische Kraft ein Gewicht von etwa zwanzig Unzen zu heben.

Bei dieser Gelegenheit muß ich frei und ohnè Rückhalt bekennen, daß bisher die Construction elektro-magnetischer Maschinen größtentheils nach bloßem Herumtappen geschah; daß selbst die Maschinen, welche in Bezug auf die statischen Effecte der Elektro-Magnete nach den aufgestellten unbestreitbaren Gesetzen construirt waren, unwirksam befunden wurden, sobald man ihnen Bewegung ertheilte. Immer gewohnt einen gerechtfertigten Gang zu gehen, konnten die unregelmäßigen Versuche, welche überall, ohne wissenschaftliche Begründung, unternommen wurden, mir nur Bedauern einflößen, und mich veranlassen, alle meine Kräfte auf die klare Ermittlung der Gesetze dieser merkwürdigen Maschinen

1) Ihre Kraft war gleich $\frac{3}{4}$ bis 1 Pferdekraft.

zu richten. Ich gebe hier diese Gesetze in Formeln, welche mir scheinen sich selbst zu empfehlen sowohl durch deren Einfachheit, als durch die natürliche Weise, wie sie sich entwickeln.

Bezeichne R die sämmtlichen mechanischen Widerstände, welche auf die Maschine einwirken, und v die gleichförmige Geschwindigkeit, mit welcher sie sich bewegt, so haben wir für die Kraft oder den mechanischen Effect den Ausdruck:

$$T = Rv.$$

Es sey nun n die Zahl der Umgänge des Schraubendrahts, welcher die Stäbe umgiebt, z die Zahl der Platten der Batterie, B der gesammte Widerstand der galvanischen Kette, E die elektro-motorische Kraft, und k ein Coëfficient, welcher von der Anordnung der Stäbe, dem Abstände der Pole und der Beschaffenheit des Eisens abhängt; dann haben wir für das *Maximum des mechanischen Effects*, welches erreicht wird, den Ausdruck:

$$\text{I. } T = \frac{z^2 E^2}{4 B k},$$

für die *Geschwindigkeit*, welche diesem Maximum entspricht:

$$\text{II. } v = \frac{B}{k n^2},$$

für den *Widerstand*, der auf die Maschine einwirkt:

$$\text{III. } R = \frac{n^2 z^2 E^2}{4 B^2},$$

und endlich für den *ökonomischen Effect*, d. h. für den Nutzeffect dividirt durch den Zinkverbrauch in einer gegebenen Zeit:

$$\text{IV. } O = \frac{E}{2k}.$$

Diese Formeln können in Worten so ausgedrückt werden:

I. Das Maximum des mechanischen Effects, wel-

ches mit einer Maschine erhalten werden kann, ist proportional dem Quadrat der Zahl von Volta'schen Elementen, multiplicirt mit dem Quadrat der elektro-motorischen Kraft und dividirt durch den gesamten Widerstand der Volta'schen Kette. Ueberdies tritt in die Formel ein Factor, mit k bezeichnet, der abhängt von der Beschaffenheit des Eisens, von der Form und Anordnung der Stäbe, und dem Abstände ihrer Enden. Mit Bezug auf einige andere Untersuchungen, die ich mit Volta'schen Combinationen unter ähnlichen Umständen angestellt habe, geht hieraus hervor, daß, bei gleichem Widerstande, der Gebrauch von Platin und Zink einen zwei oder drei Mal gröfseren Effect hervorbringt als der Gebrauch von Kupfer und Zink.

II. Weder die Zahl der Windungen des die Stäbe umgebenden Drahts, noch der Durchmesser oder die Länge der Stäbe selbst hat irgend einen Einfluß auf das Maximum der Kraft. Es folgt daraus also, daß weder durch Vergrößerung der Länge oder des Durchmessers der Stäbe noch durch Anwendung einer gröfseren Drahtmenge die Kraft erhöht werden kann. Es findet jedoch die Merkwürdigkeit dabei statt, daß die Anzahl der Windungen bloß deshalb aus der Formel verschwindet, weil die Kraft der Maschine im geraden Verhältniß, und die Geschwindigkeit im umgekehrten Verhältniß des Quadrates dieser Anzahl steht. Die Anzahl der Windungen, die Dimensionen der Stäbe und die übrigen Bestandtheile der elektro-magnetischen Maschine müssen demnach betrachtet werden als von gleichem Range mit den gewöhnlichen Mechanismen, welche zur Uebertragung oder Fortführung der Geschwindigkeit dienen, ohne die Totalarbeit zu erhöhen. So wäre es möglich, statt des gewöhnlichen Räderwerks, Stäbe von gröfserer oder geringerer Länge, oder eine gröfsere oder geringere Drahtmenge anzuwenden, um zwischen der Kraft und der Geschwin-

schwindigkeit die Beziehung herzustellen, welche die Anwendungen auf Fabrikprocesse erfordern mögen.

III. Die mittlere Anziehung von Magnetstäben oder der Druck, den die Maschine ausüben kann, ist proportional dem Quadrat des Stroms. Dieser Druck wird vom Galvanometer angezeigt, welches in dieser Weise die Function des Manometers der Dampfmaschinen verrichtet.

IV. Der ökonomische Effect, d. h. die Totalarbeit, dividirt durch den Zinkverbrauch, ist eine constante Gröfse, welche am einfachsten durch die Relation zwischen der elektro-motorischen Kraft und dem zuvor erwähnten Factor k ausgedrückt wird. Ich wiederhole hier, was ich anderswo gesagt, dafs bei Anwendung von Platin statt Kupfer die theoretischen Ausgaben nahe im Verhältnifs 23 zu 14 verringert werden.

V. Der Zinkverbrauch, welcher stattfindet, wenn die Maschine in Ruhe ist und gar nicht arbeitet, ist das Doppelte von dem, welcher stattfindet, wenn sie das Maximum ihrer Arbeit hervorbringt.

Ich halte es nicht für sehr schwierig die Leistung eines Pfundes Zink, bei seiner Umwandlung in Sulfat, mit Genauigkeit zu bestimmen, in derselben Weise wie bei der Dampfmaschine die Leistung eines Bushels Steinkohle als Maafs zur Schätzung des Effectes verschiedener Combinationen dient. Der fernere Nutzen und Gebrauch der elektro-magnetischen Maschinen scheint mir ganz sicher zu seyn, besonders da das blofse Probiren und die vagen Ideen, welche bisher bei der Construction dieser Maschinen vorwalteten, nun endlich zu genauen und bestimmten Gesetzen geführt haben, die den allgemeinen Gesetzen gemäß sind, welche die Natur streng zu befolgen gewohnt ist, sobald es sich um Effecte und deren Ursachen handelt.

N a c h t r a g ¹⁾).

In meinem »*Mémoire sur l'application de l'Electro-magnétisme etc.* (1835)« hatte ich zuerst wahrgenommen, daß die gleichförmige Geschwindigkeit, welche diese Maschinen erlangen, größtentheils den magneto-elektrischen Strömen zuzuschreiben sey, welche durch die Bewegung selbst, im entgegengesetzten Sinne der ursprünglichen galvanischen Ströme hervorgerufen werden. Diese magneto-elektrischen Gegenströme schwächen zwar den Magnetismus, reagiren aber zugleich auf die elektrolytische Thätigkeit der Batterie, so daß während des Ganges der Maschine ein geringerer Zinkverbrauch stattfindet als während der Bewegung. Diese Phänomene, obgleich sie zuerst sehr auffallend erscheinen, sind indess die Ursache, daß diese Maschinen eben so einfachen und definitiven Gesetzen unterworfen sind, als alle andere durch die gewöhnlichen Triebkräfte activirten. Eine große Menge von Beobachtungen, welche ich über die mechanische Arbeit einer elektro-magnetischen Maschine unter steter Berücksichtigung der Stromstärke angestellt hatte, welche letztere durch eine Tangentenbussole gemessen wurde, boten mir anfänglich nur, ein kaum zu entwirrendes Labyrinth dar. Man weiß, daß bei jeder Maschine, zwischen der Kraft und der Geschwindigkeit, ein gewisses Verhältniß stattfindet, welches dem Maximo der Arbeit entspricht. Dieses findet auch bei den elektro-magnetischen Maschinen statt, und es sind gerade diese Maxima, bei denen diese Gesetzmäßigkeit am entschiedensten hervortritt.

Es sey F und F' die Stärke des Stromes respective bei der Ruhe und bei der Bewegung, G der Gegenstrom, so hat man:

$$I. \quad F - G = F'.$$

Nach den theils von uns, theils von Andern angestell-

1) Mitgetheilt vom Hrn. Prof. Jacobi.

ten Versuchen verhält sich die elektro-motorische Kraft der magneto-elektrischen Ströme, also auch dieser Gegenströme, wie die magnetische Intensität der Eisenstangen, wie die Anzahl der Windungen und wie die Geschwindigkeit des Systems, welcher die Anzahl der Impulse proportional ist, die in einer gegebenen Zeit statt haben. Ist daher nach der obigen Bezeichnung die magnetische Intensität $M' = n F'$, so hat man hier die Stärke des Gegenstromes:

$$\text{II. } G = \frac{k M' v n}{B} = \frac{k F' v n^2}{B}$$

und für die Stärke des Stromes, welcher während der Bewegung stattfindet:

$$\text{III. } F' = F - G = \frac{B F}{k n^2 v + B} = \frac{z E}{k n^2 v + B'}$$

indem:

$$F = \frac{z E}{B}.$$

Die magnetische Intensität während der Bewegung ist daher:

$$\text{IV. } M' = n F' = \frac{n z E}{k n^2 v + B'}$$

Wenn die Maschine sich mit gleichförmiger Geschwindigkeit bewegt, so muß die Summe sämtlicher Widerstände, also z. B.:

der Widerstand der Luft, Reibung u. s. w., gleich seyn der Summe sämtlicher activen Kräfte. Letztere sind hier die mittleren magnetischen Anziehungen und Abstosungen, welche sich wie die Producte aus den magnetischen Intensitäten des festen und des beweglichen Systems verhalten. Diese Intensitäten sind bei meinen Maschinen gewöhnlich gleich, da der Strom die Drähte des festen und beweglichen Systems hinter einander durchläuft und alle Stangen eine gleiche Anzahl Windungen haben. Wir haben also $M' M' = M'^2 = R$.

Die Totalarbeit T ist das Product aus dem Widerstande in die Geschwindigkeit, oder:

$$\text{V. } T = v R = v M'^2,$$

oder mit Rücksicht auf die Formel IV:

$$\text{VI. } T = \frac{n z E \sqrt{R} - B R}{k n^2} = \frac{v n^2 z^2 E^2}{(k n^2 v + B)^2}.$$

Hieraus findet man nun die oben angegebenen Formeln, wenn man die Werthe von R und v sucht, welche dem Maximo der Arbeit oder dem T_m entsprechen.

Es ist hinzuzufügen, daß diese Formeln modificirt werden durch den Umstand, daß das Eisen seine magnetische Intensität nicht instantan erlangen kann, und daß es dazu einer gewissen Zeit bedarf, die von der Stärke dieser Intensität, und besonders von der Qualität des Eisens abhängt. Diese Umstände theoretisch in Rechnung bringen zu können, ist aber vorläufig keine Aussicht vorhanden.

Berlin, den 11. November 1840.

H. W. Jacobi.

IV. *Vermischte Nachrichten von neuen elektromagnetischen Vorrichtungen und Beobachtungen aus dem Gebiete des Galvanismus.*

(Briefliche Mittheilung von Dr. F. Mohr in Coblenz.)

— Fast in jedem der letzten Jahre wurde die Wissenschaft von England aus mit einer neuen elektrischen Batterie beschenkt. Die letzte ist bekanntlich jene aus Gußeisen und Zink. Eine solche Batterie aus 8 Elementen sah ich, bei meiner neulichen Anwesenheit in England, in der Victoria Gallerie zu Manchester, wo der bekannte Entdecker der Elektromagnete, Hr. Sturgeon, Vorlesungen hält. Sie bestand aus acht gußeisernen cylindri-