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

$$\text{V. } T = vR = vM'^2,$$

oder mit Rücksicht auf die Formel IV:

$$\text{VI. } T = \frac{nzE\sqrt{R} - BR}{kn^2} = \frac{vn^2 z^2 E^2}{(kn^2 v + B)^2}.$$

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, dafs diese Formeln modificirt werden durch den Umstand, dafs das Eisen seine magnetische Intensität nicht instantan erlangen kann, und dafs 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-

schen Gefäßen von etwa 10 Zoll Höhe und 3 Zoll Durchmesser; durch einen dicken kupfernen Draht ist dieser Topf mit einem gegossenen Cylinder aus Zink fest und unbeweglich durch Löthung verbunden. Wegen der bedeutenden Schwere des gußeisernen Topfes schwebt der Zink in freier Luft, ohne daß das Ganze umfällt, und man hat bei der Zusammenstellung der Säule nur die Sorge zu tragen, daß die Zinkcylinder die Wände des gußeisernen Gefäßes nicht berühren. Es ist alsdann keine Trennung durch Pappe oder Holz nöthig. Bequem ist es jedenfalls, den Zinkcylinder in einen gedrehten hölzernen Ring zu stecken, wodurch sowohl die Berührung des Bodens als der Wände vermieden wird. Das Zink ist amalgamirt, und die Säure ist Schwefelsäure mit dem 8fachen Gewichte Wasser verdünnt. Diese Säure ist freilich so stark, daß sie selbst das amalgamirte Zink chemisch angreift, und dadurch eine bedeutende Entwicklung von Wasserstoffgas hervorbringt. Hr. Sturgeon bedeckt deshalb den ganzen Apparat mit einem Kasten und führt das Gas nach außen durch eine Röhre ab. Die Wirkung dieser Säule war sehr befriedigend. Ein 6 bis 8 Zoll langer, ziemlich dicker Platindraht wurde heftig glühend, und schmolz zuweilen ab; die Wasserzersetzung betrug 4 bis 5 Kubikzoll in der Minute. Obschon die Säule nicht constant ist, so hält sie doch länger an, als eine gemeine Säule aus Kupfer und Zink. Spencer glaubt bemerkt zu haben, daß diese Säule am stärksten wirkt, wenn sie mit Rost bedeckt ist, ohne welchen Umstand sie in der That schwach wäre. Hr. Sturgeon hat hierüber nichts bestimmtes geäußert.

Am meisten findet man überall Daniell's constante Batterie in Gunst stehen, weil sie lange gleichmäßig wirkt und keine Gase entwickelt. Grove's Batterie, obschon sie im kleinsten Raum die wirksamste ist, wird dennoch von Vielen hintenangesetzt. Ihre Wirkung ist mit einer sehr starken und unangenehmen Gasentwicklung verbun-

den, und dauert nie sehr lange, weil concentrirte Salpetersäure dabei wirksam seyn muß, während Daniell's Batterie bis zum Niederschlagen alles Kupfers wirksam bleibt. Die Grove'sche Batterie soll auch häufig die Unannehmlichkeit der Endosmose zeigen, daß nämlich die Flüssigkeit innerhalb einer Zelle steigt und außerhalb sinkt.

Außerdem ist die Anschaffung der Grove'schen Batterie ungleich kostbarer, nachdem Spencer gezeigt hat, wie man eine Daniell'sche Batterie ohne alles metallisches Kupfer construiren kann. Dieses ist eine der schönsten und nützlichsten Einrichtungen, verbunden mit großer Wohlfeilheit. Spencer nimmt das Blei aus chinesischen Theekisten oder anderes dünnes Tabacksblei und faltet es sternförmig, so daß, wenn es aufrecht steht, es einen gerippten Cylinder vorstellt, im Querschnitt etwa wie Fig. 4 Taf. II. Diese Gestalt bietet im selben Raume die doppelte Oberfläche des negativen Metalles dar. Dieser Bleicylinder wird in ein gläsernes oder porcellanes Gefäß gestellt, in ihn selbst der Thoncyylinder und in diesen das Zink des folgenden Elementes, und so die übrigen. Der Bleicylinder steht in schwefelsaurer Kupferoxydlösung, und überzieht sich deshalb bei der galvanischen Schließung der Kette schnell mit Kupfer, so daß er nach einigem Gebrauche eine eben so große und gestaltete Kupferplatte darstellt, und deren Stelle auch beständig vertreten kann. Es ist bekannt, daß die Platten in der constanten Batterie beständig an Dicke wachsen, und dadurch zuletzt unbequem werden können. Man hat hier denselben Verbrauch an Kupfervitriol wie bei der bekannten Batterie von Daniell; allein keine Anschaffung von metallischem Kupfer, welches allmählig durch den Gebrauch gebildet wird.

Was nun die porösen Zwischenwände betrifft, so sind diese zwar ein unentbehrlicher, aber auch sehr un

angenehmer Bestandtheil der constanten Batterie. Bei Grove's Säule kann man nur gebrannte Thoncylinder gebrauchen, dagegen bei Daniell's Batterie verschiedene Substanzen. Die von Daniell vorgeschlagenen Ochsenurgeln sind allgemein perborrescirt worden, und in der That auch sehr widerlich bei der Behandlung. Blasen und Därme wirken am vollkommensten chemisch trennend; sie sind fast gar nicht im Gebrauch wegen ihrer Zerstörbarkeit. Thönerne Cylinder haben fast immer den Fehler, daß sie filtriren, und daß, wenn Kupfervitriol zum Zink gelangt, dieses Metall auf eine schädliche Weise beschmutzt und zerstört wird. Spencer hat Cylinder von dickem braunen Packpapier in Anwendung gebracht, welche eben so wohlfeil, dauerhaft und leicht darzustellen seyn sollen. Man verschaffe sich einen hölzernen Cylinder von der Dicke der darzustellenden Zelle, und ein dünnes Stück Holz von demselben Durchmesser, äußerlich mit einer eingedrehten Rinne versehen. Nun schneide man das passende Stück Papier ab, wickle es um den Cylinder und Boden herum, verkitte die überragenden Enden mit Siegelack, welches durch Darauflegen eines heißen Eisens noch einmal in der ganzen Länge zum Schmelzen gebracht wird, und befestige den hölzernen Boden durch Umschnüren gewöhnlichen Bindfadens. Wenn das dazu verwendete Papier die passende Dicke, Stärke und Dichtigkeit besitzt, so stehen diese Cylinder ganz aufrecht, wenn sie mit Flüssigkeit gefüllt sind, und halten mehrere Jahre lang aus. Als innere Flüssigkeit wendet Spencer eine Lösung von Zinkvitriol oder Glaubersalz an. Kochsalz ist bekanntlich auch gut.

Die Batterie von Smee, worin Silber mit darauf galvanisch abgesetztem Platin an der Stelle der reinen Platinplatte in der Grove'schen Zusammenstellung angewendet wird, hat keinen Beifall gefunden. Das Pla-

tin haftet nur im pulvrigen Zustande darauf, und das Silber wird immer von der Salpetersäure angegriffen. Es ist eine fehlgeschlagene Oeconomie.

Spencer hat noch eine sehr schöne Methode entdeckt, den galvanischen Kupferniederschlag auf Substanzen aller Art absetzen zu lassen. Es handelt sich bekanntlich nur darum, die Oberfläche dieser Körper in einen Leiter zu verwandeln, ohne dafs dieselbe in der Form eine Veränderung erleidet.

Der Graphitüberzug ist nicht überall gut anzubringen. Spencer befeuchtet die zu copirenden Objecte, wie Holzschnitte, Pasten, Gypsabgüsse, Thonwaaren, mit einer Auflösung von salpetersaurem Silber und hängt sie in einer Glasglocke über eine Schale auf, worin sich eine Auflösung von Phosphor in Aether oder Terpenthinöl befindet. Diese Schale wird in etwas warmen Sand gesetzt. Durch die Dämpfe dieser Flüssigkeit wird das Silbersalz reducirt, und es überzieht sich die Oberfläche mit einer Lage metallischen Silbers, auf welche sich das Kupfer eben so gut galvanisch absetzt, wie auf reines Kupfer oder Silber. Diese Operation kann in wenigen Minuten mit bestimmtem Erfolge ausgeführt werden. Eine Lösung von Goldchlorid soll auch anwendbar seyn, eben so, zum Reduciren, schwefligsaures Gas.

In der Victoria-Gallerie zu Manchester sahen wir noch zwei höchst merkwürdige Elektromagnete von ganz neuer Gestalt. Der Erfinder derselben ist Hr. J. B. Joule, zu Salford, bei Manchester. Man denke sich einen massiven Cylinder von etwa $2\frac{1}{2}$ Zoll Dicke und 8 bis 10 Zoll Länge. Durch denselben wird in der Axe ein Loch von $\frac{3}{4}$ Zoll Weite gebohrt, und nun ein Sägeschnitt dicht am Rande der Bohrung, der Länge nach, durchgeführt, so dafs dieselbe in ihrer ganzen Länge einen etwa $\frac{1}{2}$ Zoll weiten Spalt darbietet. Diese beiden Stücke bilden, wenn ihre Schnittflächen gehörig geebnet und geschliffen sind, den Elektromagneten sammt seinem Anker (Fig. 5 Taf. II).

Jedes derselben ist mit drei eingeschraubten Haken versehen, wodurch man diesen langen und dicken Elektromagneten horizontal aufhängen, und an dem Anker einen horizontalen Zug hervorbringen kann. Die 2 Lin. dicken kupfernen Leitungsdrähte sind der Länge nach über den Elektromagneten und durch die in ihm befindliche Rinne gewickelt. Die Anzahl der Windungen ist durch den engen Raum im Innern des Elektromagneten beschränkt, weil sie wegen des Ankers nicht darüber hervorragen dürfen.

Ich schätze das Gewicht dieses Elektromagneten, aus dem Gedächtnisse, auf 12 bis 14 Pfund, und er trug, nach Angabe des Hrn. Sturgeon, mit der oben beschriebenen Zinkeisen-Batterie erregt, 20 Centner. Es ist einleuchtend, daß der erregende Draht wegen seiner grossen Nähe an dem Anker auch auf diesen kräftig erregend wirken muß, und man kann sich den ganzen Apparat als eine Menge kleiner neben einander geordneter Elektromagnete versinnlichen. Ein anderer, nach demselben Principe construirter Elektromagnet war noch merkwürdiger, indem dabei nur eine einzige Drahtwindung angebracht war.

Die Länge des Cylinders und des Ankers betrug 2 Fufs, die Füfse des Hufeisens waren also auch 2 Fufs lang, ferner $\frac{1}{4}$ Zoll breit, mit kaum $\frac{1}{4}$ Zoll Zwischenraum. 12 Haken waren am Hufeisen, welches freilich nur auf der Stirne diese Form zeigte, und eben so viele am Anker angebracht, um die horizontale Aufhängung und Belastung zu effectuiren. Ein fünf Lin. dicker Kupferdraht war zuerst aufserhalb am Cylinder, dann zurück durch seine Mitte, und nun nochmals auf der andern Seite aufserhalb geführt. Von unten gesehen und im Querschnitt erblickt man diesen Elektromagnet in Fig. 6 und 7 Taf. II abgebildet.

Das Gewicht des Elektromagnet, ohne den Kupferdraht betrug 6 Pfund 11 Unzen, der Anker wog 3 Pfund

7 Unzen, die Berührungsfläche zwischen Anker und Elektromagnet $10\frac{1}{4}$ Quadratzoll, und die Tragekraft mit der eben genannten Batterie 12 Centner. Diese Wirkung ist bei der geringen Masse des Eisens und einer einzigen Drahtwindung höchst überraschend.

Coblenz, den 1. Nov. 1840.

Z u s a t z.

Zur Vervollständigung obiger Briefnachrichten möge noch Folgendes hinzugefügt seyn.

Nach eigener Angabe des Hrn. Joule (*Annal. of Electricity, Vol. V p. 187*) ist der Eisencylinder, welcher den in Fig. 5 Taf. II abgebildeten Elektromagneten bildet, 8 Zoll engl. lang, und längs seiner Axe mit einem Loch von 1,0 Zoll Durchmesser versehen. Er ist, parallel der Axe, so weit abgeschnitten, daß die Pole $\frac{1}{4}$ Zoll von einander stehen, und darauf auf der Schnittfläche wohl geebnet. Dann ist ein anderes Stück weiches Eisen, von gleicher Länge mit dem Cylinder, auf der einen Seite eben geschliffen, daran gelegt, und nun das Ganze von aussen abgedreht. Die Umwindung besteht aus vier mit Seide besponnenen Kupferdrähten von $\frac{1}{17}$ Zoll Durchmesser und 23 Fufs Länge, die, neben einander gelegt, mit Calico umwickelt sind. Hr. J. wählt vier Drähte statt eines einzigen von vierfachem Querschnitt, weil er gefunden haben will, daß sie einen stärkeren Magnetismus erregen, als ein solcher. Das Gewicht des (Magnet und Anker?) beträgt 15 Pfund. Das Maximum der Tragkraft, gemessen mit einer Hebelvorrichtung, ergab sich zu 2030 Pfund, und zwar mittelst des Stroms einer Zink-Eisenkette, der, seiner Angabe nach, 324 Gran Wasser in einer Stunde zerlegt haben würde.

Später (*Ann. of Electr. Vol. V p. 471*), als Hr. J., statt der angegebenen Umwindung eine andere, bestehend aus 21 Kupferdrähten von $\frac{1}{17}$ Zoll Durchmesser und

23 Fufs Länge, neben einander gelegt, anwandte, und durch sie den Strom einer gröfseren Kette leitete (Zink und gufseiserne Cylinder, 16 Paar, jeder Cylinder von 1 Quadratfufs Fläche, und Schwefelsäure als Flüssigkeit) stieg das Maximum der Tragkraft auf 2775 Pfund, wiewohl der ganze Apparat (Magnet, Anker, Umwindung) nur 26 Pfund wog.

Hr. J. hat versucht, das erstgenannte Maximum dieses Magneten zu vergleichen mit dem Maximum der Tragkräfte von vier anderen, gewöhnlich geformten Elektromagneten (deren kleinster aus einem halbkreisförmig gebogenen Eisendraht von 0,25 Zoll Länge und 0,04 Zoll Dicke gebildet war) und dabei gefunden, dafs die spezifische Tragkraft, d. h. die absolute, dividirt durch die Fläche der Pole, keineswegs bei dem grofsen Magneten am stärksten war ¹⁾. Er theilt darüber Zahlen mit, die indess, wegen Ungleichheit der Elemente (Stromstärke, Drahtlänge, Zahl der Windungen etc.) nicht vergleichbar sind.

Was den in Fig. 6 Taf. II abgebildeten Magneten betrifft, so werden die Dimensionen desselben von Hrn. J. nahezu, so angegeben, wie es von Hrn. Dr. Mohr geschehen ist. Von der Tragkraft heifst es indess, dafs sie, als der Strom, statt durch Einen Kupferdraht von $\frac{3}{8}$ Zoll Durchmesser, durch 60 eben so lange Drähte von $\frac{1}{32}$ Zoll Durchmesser geleitet worden, von 1350 auf 1856 Pfund gestiegen sey. Die spezifische Tragkraft dieses Magneten war auch kleiner als die des anderen, wie es auch nicht anders seyn konnte. Der Strom war der der erwähnten Zink-Eisenkette von 16 Elementen, combinirt zu zwei.

Anlangend Herrn A. Since, so ist seine Batterie („*chemico-mechanical*“ *Battery* etc.) das Resultat einer

1) Was auch mit den genaueren Bestimmungen des Hrn. Prof. Jacob (S. 361 dieses Hefts) übereinkommt; abgesehen davon, dafs die Tragkraft nicht dem Querschnitt, sondern dem Durchmesser eines Stabes proportional ist.

Reihe von Versuchen (beschrieben in den *Phil. Mag. Vol. XVI p. 315*), durch welche er den (aber keineswegs, wie Hr. S. glaubt, bisher unbekannten) Einfluß der Oberflächen-Beschaffenheit der Platten nachzuweisen sich bemüht. Die Beobachtung, daß Platinschwamm, mit Zink combinirt, einen starken Strom giebt, veranlaßte ihn, glattes Platin und andere Substanzen (Palladium, Silber, Kupfer, plattirtes Kupfer, Nickel, Neusilber, Messing, Zinn, Gufseisen, Eisenblech, Stahl, Steinkohle u. s. w.) mit gepülvertem Platin zu überziehen, und zwar auf die Weise, daß er eine solche, als negative Platte dienende Substanz in ein Gemisch von verdünnter Schwefelsäure und etwas Platinlösung bringt und mit amalgamirtem Zink verbindet, das, innerhalb einer mit verdünnter Schwefelsäure gefüllten Thonröhre stehend, in dasselbe Gemisch gestellt ist. Der galvanische Strom, der dann entsteht, schlägt Platin in fein zertheiltem Zustand auf die negative Platte nieder. Da das so gefällte Platin nur sehr lose an der negativen Platte haftet, so macht Hr. S. dieselbe zuvor rauh, beim Platin auf mechanischem Wege, beim Silber, Kupfer u. s. w. durch vorheriges Aetzen mit Salpetersäure, ein Verfahren, das, wie oben erwähnt, seinen Zweck auch nur unvollständig erreicht. Die grüßte Wirkung erhielt Hr. S. von dem auf diese Weise platinirten Platin; es gab, combinirt mit Zink und verdünnter Säure, einen 5 Mal stärkeren Strom als geglähtes Platin, und einen 30 Mal stärkeren als gewöhnliches Platin, unter denselben Umständen. Auch Silber, und besonders Palladium, auf ähnliche Weise auf andere Metalle niedergeschlagen, verstärkte die Intensität des Stroms.

Hr. Sturgeon hat seine Batterie in den von ihm herausgegebenen *Annals of Electricity, Vol. V p. 66* und 121 näher beschrieben, daselbst auch deren Wirksamkeit verglichen mit der von anderen Batterien. Seiner

Angabe nach liefern bei gleicher Plattengröße (104 Quadratzoll) 10 Plattenpaare der Batterie von

Sturgeon	25	Kbzll.	Wasserstoffgas	in	1	Minute
Grove	24	-	-	-	-	-
Smee	15	-	-	-	-	-
Daniell	12	-	-	-	-	-

so daß also die Zink-Gulfeisenkette den Vorzug vor allen bekannten Ketten hätte. Ob dem wirklich so sey, darüber können aus mehr als einem Grunde die von Hrn. St. angestellten Messungen nicht entscheiden, da sie (was leider von vielen in England gemachten Untersuchungen der Art gilt) ohne alle Kenntniß der Gesetze des Galvanismus ausgeführt sind ¹). P.

V. *Ueber eine vortheilhafte Construction der Grove'schen Kette; von C. A. Grüel in Berlin.*

Die Annalen haben uns vor Kurzem mit der Einrichtung der Grove'schen Zink-Platinplatte bekannt gemacht. Es giebt wohl im Bereich der ganzen Physik wenige, die Mühe des Experimentators schlechter belohnende Werkzeuge, als die bisher gebrauchten galvanischen Apparate, sie mögen nun heißen: Calorimotoren, Siderophore, Säulen, Trogapparate etc.; nichts Langweiligeres, als das Putzen, Scheuern und Erneuen der Erregerplatten, und des feuchten oder flüssigen Leiters, um sie zu einem neuen Versuch geschickt zu machen, welcher, wenn man nicht mit großartigen Mitteln operiren will, nur die Wahl gestattet zwischen einer kurzen kräftigen oder einer länger dauernden, aber immer sehr schwachen Wirkung; gern liefse man sich noch den 6fachen Zinkverbrauch

1) Ich selbst hatte mich, schon ehe mir Sturgeon's Aufsatz bekannt war, von der großen Wirksamkeit des Gulfeisens überzeugt, und hoffe in einiger Zeit Näheres darüber bekannt zu machen. P.