schen diesen Punkten in 78°, 8 Theile theilt, die Alkoholthermometer für die dazwischenliegenden Temperaturen alle Anzeigen des Luftthermometers liefern.

XII. *Untersuchung über die Eigenschaften der magneto-elektrischen Ströme; von Hrn. A. de la Rive.*

(*Compt. rend.* 1837, I p. 835. — Ein-dasselbst gegebener Auszug aus der noch nicht erschienenen vollständigen Abhandlung.)

Der Verfasser erinnert zuvörderst daran, daß die magneto-elektrischen Ströme diejenigen elektrischen Ströme sind, welche man in einem Metalldraht durch Annäherung oder Entfernung eines Magnetstabes erregt, daß sie in beiden Fällen entgegengesetzte Richtung und nur eine augenblickliche Dauer haben.

Im §. 1 wirft er einen allgemeinen Blick auf die magneto-elektrischen Ströme. Nach kurzer Beschreibung des Apparats, mittelst dessen er sich eine ununterbrochene Reihe dieser Ströme verschaffte (d. h. eine ununterbrochene Reihe von Umkehrungen des Stromes. — *P.*) untersucht er, was für einen Einfluß die Geschwindigkeit der Aufeinanderfolge dieser Ströme auf die Intensität ihrer Wirkungen haben können. Unter andern giebt er an, daß die Feder eines Metallthermometers sich um 7° erhitzte ¹⁾, wenn in der Secunde nur zwei abwechselnd entgegengesetzte Ströme vorhanden waren, um 55° bei 9 Strömen, um 100° bei 20° Strömen, um 133° bei 40 Strömen, und daß ein Platindraht zum Rothglühen gebracht wird, wenn die Aufeinanderfolge der Ströme noch rascher ist. Die chemischen Wirkungen sind demselben Einfluß unterworfen; nur giebt es eine Gränze,

1) *Annalen*, Bd. XXXX S. 380.

bei der die Geschwindigkeit am günstigsten ist; überschreitet man diese, so wird die Zersetzung verlangsamt. Um z. B. durch Wasserzersetzung ein und dieselbe Menge Gas zu bekommen, sind erforderlichlich:

1050 Ströme, wenn deren 14 auf die Secunde kommen							
462	-	-	-	28	-	-	-
442	-	-	-	42	-	-	-
400	-	-	-	47	-	-	-
494	-	-	-	52	-	-	-

Es folgt daraus, daß der Einfluß der Geschwindigkeit, mit welcher die Ströme auf einander folgen, nicht bloß darin besteht, daß eine größere Zahl von Strömen in einer gegebenen Zeit vorhanden ist, sondern vor allem darin, daß die *individuelle* Intensität eines jeden Stromes eine beträchtliche Verstärkung erleidet.

Dieser Einfluß der Geschwindigkeit macht sich auch fühlbar bei den physiologischen Wirkungen, welche eine weit größere Stärke erlangen als sie besitzen, wenn sie durch voltasche Ströme hervorgebracht werden ¹⁾. Diese Erscheinung, die man der Discontinuität und der abwechselnd entgegengesetzten Richtung der magneto-elektrischen Ströme zuschreiben kann, ist vielleicht in der Heilkunde anwendbar.

Die §§. 2 und 3 haben den Durchgang magneto-elektrischer Ströme durch metallische und flüssige Leiter zum Gegenstand. Der Widerstand, welchen diese Ströme erleiden, wenn man die Länge des metallischen oder flüssigen Leiters, selbst des vollkommsten, vergrößert, ist bedeutend und weit bedeutender als der, welchen andere Arten von Strömen erleiden. Wenn aber der Leiter, statt homogen zu seyn, heterogen ist, so ist der

1) Indefs kann man auch diese Wirkung des voltaschen Stromes durch eine rasche Folge von Umkehrungen desselben sehr bedeutend steigern; Hr. de la Rive scheint das *Blitzrad* des Hrn. Dr. Neeff, das in dieser Beziehung Aufserordentliches leistet, nicht zu kennen. (S. Ann. Bd. XXXVI S. 352.) P.

Widerstand geringer, entgegen dem, was bei den übrigen Strömen stattfindet. So z. B. ein Draht von einem Meter Länge, bestehend aus zwei gleichen Stücken, einem von Eisen und dem andern von Kupfer, leitet die magneto-elektrischen Ströme weniger gut als ein Draht von gleicher Länge und Dicke, bestehend aus vier oder gar aus acht abwechselnden Stücken von Eisen und Kupfer. Gesäuertes Wasser, in eine Glasschale gebracht, leitet die magneto-elektrischen Ströme ganz eben so gut, wenn es durch Scheidewände von Platin in zwei oder mehrere Zellen getheilt ist, als im Fall es eine einzige Masse bildet. Nur muß die Bahn in dem flüssigen Leiter durch die Einsetzung der Scheidewände keine Verlängerung erleiden.

Im §. 4 beschäftigt sich der Verfasser mit dem Einfluß, welchen die Gröfse und Gestalt des die magneto-elektrischen Ströme in die Flüssigkeit führenden metallenen Leiters auf diese Ströme ausüben. Er bemerkt, daß die metallenen Leiter, welche, wenn sie Streifen oder Drähte darstellen, reichlich Gas entwickeln, unter sonst gleichen Umständen wenig oder gar keine Gasentwicklung hervorbringen, wenn sie Platten von etwas beträchtlicher Gröfse bilden, z. B. wenigstens von 4 bis 8 Quadratcentimeter Oberfläche. Um diese Erscheinung zu studiren, brachte er saure Lösungen von verschiedener Concentration in die Kette einerseits mittelst einer Platinplatte, die er mehr oder weniger in die Flüssigkeit eintauchte, und andererseits mittelst eines Platindrahts, welchen man zur Auffangung des an ihm entwickelten Gases mit einer Röhre umgeben konnte. Die Feder des Metallthermometers war mit in der Kette. In dem Maafse als die Platte tiefer in die Flüssigkeit eintaucht wurde, entwickelte sich weniger Gas an derselben, während doch, wie es das Thermometer zeigte, eine Temperatur-Erhöhung, und an dem Draht eine starke Gasentwicklung stattfand. Wenn die Berührungsfläche zwi-

schen der Platte und der Flüssigkeit so groß gemacht war, daß an der Platte keine Gasentwicklung mehr stattfand (ihre Oberfläche betrug dann 450 Quadratmillimeter in Schwefelsäure, verdünnt mit dem 9fachen Volum des Wassers), so hatte man die Gränze des Anwuchses in der Intensität des durchgelassenen Stromes erreicht. Selbst wenn man dann die Platte zwei oder vier Mal tiefer eintauchte, bekam man weder mehr Wärme im Thermometer, noch mehr Gas am Draht. Als man den Platindraht durch eine zweite Platinplatte ersetzte, und dieser eine Berührungsfläche von 450 Quadratmillimeter gab, fand weder an der einen, noch an der andern eine Gasentwicklung statt, und das Maximum der vom Metallthermometer angezeigten Temperatur betrug 46°.

Bei einem andern Versuch, wo man eine noch mehr leitende Flüssigkeit und Platinplatten von noch größerer Oberfläche anwandte, gelang es, die Temperatur in der Thermometerfeder bis 93° zu steigern, ohne daß der Strom, der diese Wirkung gab, die geringste Zersetzung in dem von ihm durchströmten Wasser hervor gebracht hätte.

Aus Vorstehendem scheint zu folgen, daß der Strom die chemischen Wirkungen, wie die Wärmewirkungen, nur hervorbringt, sobald er in seinem Laufe gehindert ist, und nur in den Punkten, wo er dieses Hinderniß (*gêne*) erfährt. Und da bei den voltaschen Säulen die erzeugte Elektrizitätsmenge so beträchtlich ist, daß sie nie oder wenigstens sehr selten ganz durch die die Pole verbindenden Leiter strömen kann, so begreift man, warum, wenn diese Leiter Flüssigkeiten sind, wie groß man auch die in die eingetauchten Metallflächen nehme, der Strom immer ein Hinderniß erfährt und zu einer chemischen Zersetzung Anlaß giebt. Bei den magneto-elektrischen Strömen, die an sich eine viel geringere Intensität haben, kann man dagegen leicht die Gränze erreichen, jenseits welcher sie beim Uebergang von Me-

tallflächen in Flüssigkeiten kein Hinderniß mehr erleiden, und dieser Umstand erklärt auch, weshalb die Dazwischensetzung einer oder mehrer Scheideplatten die Leichtigkeit ihres Durchgangs nicht verringert.

Die gleichzeitige Anwendung von flüssigen und metallischen Leitern, welche den Gegenstand des §. 5 ausmacht, zeigt einige, besonders in Bezug auf die Theorie der Elektricität, interessante Phänomene. Der mittelst zwei großer Platinplatten durch gesäuertes Wasser geleitete Strom, erhob die Thermometerfeder, die mit in die Kette gebracht worden, auf 82° . Ohne das Wasser zu entfernen, wurden die beiden Platinplatten durch einen Metalldraht verbunden, so daß der Strom, um zur Thermometerfeder zu gelangen, zwei Wege statt eines einschlagen konnte, den durch die Flüssigkeit, welchen er vorhin hatte, und den durch den Metalldraht. Wenn der Draht von Silber war, 0^{mm},5 dick und 45 Centimeter lang, so änderte dieser doppelte Weg nichts an der Wirkung des Stroms; er fuhr fort, die Thermometerfeder bis 82° zu erwärmen. Wenn man aber dem Draht eine größere Länge gab, so sah man die Temperatur der Feder sich senken, und, bei einer Länge des Drahts von 4 Meter, auf das Minimum von 67° gelangen. Verlängerte man nun den Draht noch weiter, so erhitzte sich die Feder wieder stärker, und so kam sie, bei einer Drahtlänge von 12 Meter, abermals auf 82° .

Die vorstehenden Resultate und andere derselben Art, die man bei Anwendung von Leitern von anderer Natur und anderen Dimensionen erhielt, erlauben die Aufstellung folgender zwei Sätze:

1) Daß ein Strom, der gleiche Richtung mit einem zweiten hat, die Intensität dieses zweiten verstärken oder schwächen kann, je nach dem Verhältniß der Wege, welche sie beide von einem gemeinschaftlichen Punkte ab bis zu demselben Punkte hin durchlaufen haben.

2) Dafs, um gleiche Wirkungen mit dem einen Strom, der immer denselben Weg durchläuft, hervorzu-
bringen, der von dem andern Strom durchlaufene Weg
desto länger seyn mufs, je besser leitend er ist.

Man begreift leicht, dafs die oben beschriebenen
Erscheinungen wahre Interferenzphänomene sind, welche
zu der Annahme nöthigen, dafs der elektrische Strom
sich mittelst sehr langer Undulationen fortpflanzt, mit-
telst Undulationen, deren Länge desto beträchtlicher
ist, als das Mittel, worin die Fortpflanzung geschieht,
besser leitet.

Die gewöhnlichen voltaschen Ströme können nicht
zu solchen Erscheinungen Anlaß geben, weil die Quelle,
aus welcher sie entspringen, eine solche Intensität be-
sitzt, dafs die Hinzufügung eines zweiten Leiters, statt
eine Vertheilung der nämlichen Elektrizitätsmenge zwi-
schen diesem und dem ersten Leiter zu bewirken, den
Ausfluß einer beträchtlicheren Menge Elektrizität veran-
laßt, wodurch dann die Resultate nicht mehr vergleich-
bar sind.

Der §. 6 ist eigenthümlichen Erscheinungen gewid-
met, die sich an der Oberfläche der Metalle zeigen, wel-
che magneto-elektrische Ströme in einen flüssigen Lei-
ter führen. Zersetzt man gesäuertes Wasser mittelst die-
ser Ströme, indem man sie durch zwei Platindrähte in
die Flüssigkeit leitet, so sieht man die Gasentwicklung,
welche anfangs sehr bedeutend war, allmählig abnehmen
und darauf ganz erlöschen. Indefs haben die Ströme
nichts an ihrer Intensität verloren; im Gegentheil sind
sie stärker geworden, wie es die Temperatur der in die
Kette gebrachten Thermometerfeder beweist.

Untersucht man die Platindrähte, wenn die Gasent-
wicklung an ihnen aufhört, so findet man sie bedeckt
mit einer schwarzen dicken Schicht, welche nichts ande-
res ist als sehr zertheiltes metallisches Platin. Man kann

sich davon auf mehrfache Weise überzeugen, besonders dadurch, daß ein mit solcher Schicht überzogener Draht die Fähigkeit besitzt, Knallgas zu entzünden.

Gold und *Palladium* zeigen unter denselben Umständen die nämlichen Erscheinungen, wie das Platin; auch sie bedecken sich, allein schneller als letzteres, mit einer Schicht sehr zertheilten Metalls, welches die nämlichen Eigenschaften besitzt. Gleiches gilt von den Metallen, die von den leitenden Lösungen angegriffen werden, z. B. von *Silber*, *Kupfer* und *Blei*.

Diese Gase, welche sich entwickelten, wenn man einen magneto-elektrischen Strom mittelst Platin- oder Golddrähte in verschiedene Lösungen führte, wurden sorgfältig aufgefangen und gemessen. Die Analyse dieser Gase zeigte, daß sie immer Sauerstoff und Wasserstoff im Verhältniß der Wasserbildung waren, was abermals beweist, daß der Ueberzug fein zertheiltes Metall, ohne Beimengung von Oxyd, war. Ueberdies bemerkte man, daß in dem Maasse als das Volum der entwickelten Gase abnahm, die in der Kette befindliche Thermometerfeder eine höhere Temperatur erlangte, und daß sie nicht eher das Maximum der Temperatur erreichte als bis keine Gasentwicklung mehr stattfand. Dann war der Strom auf dem Maximum seiner Intensität. Die verschiedenen Lösungen, welche dem Versuche unterworfen wurden, zeigten in Bezug auf die entwickelte Gasmenge und die von der Thermometerfeder erlangte Temperatur recht sonderbare Unterschiede. Im Allgemeinen standen diese beiden Erscheinungen, was ihre Intensität betrifft, im umgekehrten Verhältniß zu einander.

Der Verfasser beschließt seine Abhandlung mit der Untersuchung zweier innig zusammenhängenden Fragen.

Die erste besteht darin, zu wissen, ob die Abwesenheit von Gas bei Hinführung magneto-elektrischer Ströme durch einen flüssigen Leiter, sey es mittelst zweier mit einer Schicht sehr zertheilten Metalls bedeckter Drähte,

oder mittelst zweier sehr großer Platten, davon herrühre, daß entweder wirklich keine Zersetzung stattfindet, oder daß die aus der Zersetzung herrührenden Gase, Sauerstoff und Wasserstoff, fast gleichzeitig an den Metallflächen anlangen, und sich durch den Einfluß dieser Flächen wieder verbinden. Einige in der Abhandlung angeführte Thatsachen scheinen die zweite Meinung zu unterstützen, welche indeß, besonders bei den Platten, weniger wahrscheinlich als die erste erscheint.

Die zweite Frage betrifft die Ursache, welche bewirkt, daß sich bei den vorher erwähnten Versuchen die Metalle mit einer Schicht sehr zertheilten Metalls bekleiden. Rührt diese Wirkung daher, daß Sauerstoff und Wasserstoff sich abwechselnd an der Oberfläche der Metalle entwickeln, und die Metalle dadurch eine Reihe so oft wiederholter Oxydationen und Desoxydationen erleiden, daß zuletzt ihr Zusammenhang aufgehoben wird? Diese Erklärung, welche auf die oxydirbaren Metalle und selbst auf das Gold anwendbar wäre (auch die Wirkung des Platinschwamms und überhaupt aller fein zertheilten Metalle auf Knallgemische erklärte), kann sie auch für das Platin angenommen werden? Man müßte dann auch annehmen, daß es sich unter gewissen Umständen direct mit dem Sauerstoff zu verbinden vermöchte. Oder könnte nicht die sehr rasche Folge von instantanen und abwechselnd entgegengesetzten Strömen in dem Augenblick, wo diese Ströme aus dem Metall in die Flüssigkeit übergehen, so heftige Erschütterungen bewirken, daß dadurch allmählig eine Ablösung der Theilchen von den Metallflächen erfolgte? Diese Ursache, wenn sie auch nicht die alleinige wäre, könnte doch wenigstens mit beitragen zur Entstehung des Phänomens. Was diese letzte Muthmaßung zu bestätigen scheint, ist der Umstand, daß die zähsten Metalle, Platin und besonders Eisen, dieser Desagregation am meisten widerstehen. Ueberdies können diese Erschütterungen sicht-

bar gemacht werden, besonders beim Quecksilber, welches, wenn es magneto-elektrische Ströme in eine Flüssigkeit leitet, keine Desagregation seiner Oberfläche erleidet, da es flüssig ist, sondern außerordentlich lebhaft Vibrationsbewegungen, die weit charakteristischer und weit allgemeiner sind, als die, welche es zeigt, wenn es als negativer Pol bei einem voltaschen Strome dient. Man sieht auch ringsum die Metalldrähte, besonders um Silberdrähte, wenn sie in eine Flüssigkeit tauchen und darin magneto-elektrische Ströme leiten, eine Reihe von Vibrationen, welche von dem eingetauchten Drahtstück ausgehen und sich in die Flüssigkeit fortpflanzen. Gold- und Silberdrähte zeigen diese Erscheinung nur, wenn sie mit einer recht dicken Schicht ihrer zertheilten Masse bekleidet sind. Auch müssen die Ströme, damit die Erscheinung sichtbar werde, einander mit nicht zu großer Schnelligkeit folgen.

Nachdem der Verfasser darauf hingedeutet, daß diese letzteren Thatsachen, im Verein mit der oben beschriebenen Art von Interferenz der elektrischen Ströme, die Meinung von einer undulatorischen Fortpflanzung derselben verstärken, verspricht derselbe, zu versuchen, mittelst so genauer Instrumente als er sich wird verschaffen können, die Resultate noch genauer, als er bisher gethan, numerisch zu vergleichen und die Länge der Elektricitätswellen zu messen.

XIII. *Ueber die thermo-elektrischen Funken;* *von Hrn. C. Wheatstone.*

(*Phil. Mag. Ser. III Vol. X p. 414.*)

Auf die Nachricht, daß es Hrn. Linari, Professor an der Universität zu Siena, gelungen sey, mittelst eines
 schrau-