**VII. Ueber die Verwendung des übermangansaueren Kali in der galvanischen Batterie;
von J. H. Koosen.**

Die merkwürdigen Eigenschaften des übermangansaueren Kali, durch welche dasselbe in den letzten Jahren eine so hohe Bedeutung für die Medicin und Chirurgie erlangt hat, beruhen auf dem Reichthum dieses Salzes an Sauerstoff, und der Leichtigkeit, mit der es einen großen Theil dieses Sauerstoffs an organische und unorganische Körper abgiebt.

Diese letztere Eigenthümlichkeit des mangansaueren Salzes veranlaßte mich zu untersuchen, in wie weit es im Stande sey, die Salpetersäure in der Grove'schen Platinbatterie zu ersetzen; und war ich erstaunt zu finden, daß die auf diesem Wege entwickelte elektromotorische Kraft diejenige der Grove'schen Kette bedeutend übertrifft.

Aus mehr als hundert Messungen, welche ich an einer großen Anzahl auf die verschiedenste Weise mit Benutzung dieses Salzes construirter Elemente machte, ergab sich die elektromotorische Kraft: Platin in Lösung von übermangansauerm Kali mit $\frac{1}{10}$ Schwefelsäure versetzt, und amalgamirtes Zink, in verdünnter Schwefelsäure, zwischen 1,9 und 2,2 (Daniell = 1 gesetzt). Diese Messungen waren nach der Methode der Einschaltung bekannter Widerstände gemacht, und gaben eine desto größere Zahl für die elektromotorische Kraft, je schwächer die entstandenen Ströme waren, ein Zeichen, daß bei starken Strömen und nicht concentrirter Lösung des Mangansalzes ein Rest von Polarisation am Platin auftritt. Wenn der Strom durch eingeschalteten Widerstand so abgeschwächt wurde, daß gegen diesen Widerstand der eigene Widerstand des Elements zu vernachlässigen war, so ergab die Vergleichung eines derartigen Elementes mit einem Daniell'schen von ähnlichem eigenem Widerstande an einer multiplicirenden Tangentenbussole für ersteres immer nahezu die elektromotorische Kraft 2,1.

Mittelst einer anderen, gleich zu beschreibenden, großer Zuverlässigkeit fähigen Methode, das Verhältniß der elektromotorischen Kräfte zweier Elemente zu bestimmen, fand ich den Werth für die Kraft der Mangancombination genau gleich 2,0.

Als Probe für die Richtigkeit dieser Bestimmung machte ich folgenden Versuch: Es wurden zwei frische, stark geladen eDaniell'sche Elemente und ein Manganelement hintereinander aufgestellt und durch die Tangentenbussole geschlossen, jedoch so, daß die elektromotorischen Kräfte der Daniell's der Kraft der Mangancombination entgegen wirkte; auf den Metallring der Tangentenbussole waren 44 Windungen Kupferdraht gewunden, durch welche der Strom des Elementes ging: Es fand keine Ablenkung statt, nur zuweilen glaubte ich eine Ablenkung von 1° zu Gunsten des Manganelements wahrzunehmen, während jedes der Daniell'schen Elemente *allein* durch die Tangentenbussole geschlossen, eine Ablenkung von 71° , das Manganelement allein eine solche von 85° bewirkte. Dieser Versuch läßt keinen Zweifel darüber, daß die elektromotorische Kraft der Mangancombination genau das Doppelte der Daniell'schen Kette ist.

Die eben erwähnte Methode zur Vergleichung der elektromotorischen Kräfte zweier Combinationen besteht im Folgenden. Man schließt die beiden Elemente hintereinander durch eine Tangentenbussole, einmal so, daß sich ihre elektromotorischen Kräfte addiren, das andere Mal durch Umkehrung der Pole des einen Elements so, daß sich die betreffenden Kräfte subtrahiren; wenn man nun die Tangenten der beiden so erhaltenen Ablesungswinkel addirt und diese Summen durch die Differenz derselben Tangenten dividirt, so erhält man die Zahl, welche das Verhältniß der beiden elektromotorischen Kräfte ausdrückt. Diese Methode ist deshalb so zu empfehlen, weil beide Beobachtungen bei genau denselben Widerständen gemacht werden, man also nicht von der Unzuverlässigkeit in dem Maasse eingeschalteter Widerstände abhängig ist.

Die Werthe beider Ablesungen sind allerdings im Allgemeinen sehr verschieden, mithin auch die Stromstärken; wenn man daher mit inconstanten Elementen experimentirt und fürchtet, daß durch den verschiedenen Stromwerth die Polarisation, mithin auch die elektromotorische Kraft zwischen beiden Versuchen verändert werden könnte, so schaltet man einen beliebig großen Widerstand (für beide Ablesungen natürlich denselben) ein und man wird, wenn man nur eine hinreichend empfindliche und zuverlässige Tangentenbusssole hat, diese Fehlerquelle ganz eliminiren können.

Nach dieser Methode wurde von mir die elektromotorische Kraft der Mangancombination genau gleich 2,0 gefunden; ich bestimmte auf diese Weise ebenso die Kraft einer mit käuflichen aber schwachen Salpetersäure geladenen Grove'schen Kette = 1,58; dieselbe mit achtfach verdünnter Säure = 1,41; dieselbe mit vierzigfach verdünnter Salpetersäure = 1,34. Man sieht also, daß die von der elektrochemischen Zersetzung der Salpetersäure hervorgerufene elektromotorische Kraft ganz von dem Concentrationszustand der Säure abhängt; daher die schwankenden Angaben der Physiker über die Kraft der Grove'schen und Bunsen'schen Kette. Ganz anders verhält sich das Platin, wenn es durch Lösung von übermangansaurem Kali erregt wird; die elektromotorische Kraft bleibt immer dieselbe, welches auch die Concentration der Lösung seyn mag; ein Tropfen Chamaeleonlösung in die Thonzelle gebracht, in welcher sich das Platin in angesäuertem Wasser befindet, ruft augenblicklich die große elektromotorische Kraft dieser Substanz hervor, welche ebenso schnell wieder verschwindet, sobald durch den entstandenen Strom die in der unmittelbaren Nähe des Platins befindlichen Flüssigkeitstheile alle Manganlösung verloren haben. Diese Eigenschaft, bei jedem Grade der Concentration mit derselben elektromotorischen Kraft zu wirken, kommt übrigens auch dem Kupfervitriol in der Daniell'schen Kette und wahrscheinlich allen Metallsalzen zu, während das entgegengesetzte Verhalten der Salpetersäure, worauf ich später noch zurückkommen werde, wahrscheinlich

in einer Spaltung der elektrochemischen Wirkung des galvanischen Stromes zwischen der Säure und dem Wasser seinen Grund hat.

Die Sicherheit, mit der man bei der Mangancombination auf das augenblickliche Eintreten ihrer großen elektromotorischen Kraft rechnen kann, giebt dieser Kette für den Physiker, wie für die praktische Anwendung des galvanischen Stromes, einen großen Werth. Nachdem wir über die elektromotorische Kraft der Kette im Reinen sind, bleibt noch übrig, ein Wort über ihren inneren Leitungswiderstand zu sagen. Wenn man, wie oben erwähnt, in die Platinzelle zur Manganlösung etwa $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{20}$ Schwefelsäure hinzusetzt, das amalgamirte Zink in zehnfach verdünnte Schwefelsäure stellt, so läßt sich daraus einsehen, daß diese Kette ungefähr denselben inneren Widerstand wie die Grove'sche und Bunsen'sche Kette darbietet; ich habe aber ein einfaches Mittel gefunden, dieser Kette einen geringeren inneren Widerstand zu geben, als ihm irgend eine andere der bekannten Combinationen darbietet; dies Mittel besteht in der Weglassung der Thonzelle und Hinzufügung einer gleich zu beschreibenden Vorkehrung, die directe Berührung von Platin und Zink im Elemente zu verhindern; das amalgamirte Zink scheint selbst durch eine concentrirte Lösung von übermangansaurem Kali in Verbindung mit Schwefelsäure nicht wesentlich angegriffen zu werden. Ein solches Element mit einem Zinkcylinder von 7 Centim. Durchmesser und 12 Centim. Höhe bringt einen Platindraht von 0^{mm},35 Durchmesser zum Weißglühen; dünnere Platindrähte werden sogleich geschmolzen.

Wir kommen nun zu der Discussion der wichtigsten Eigenschaft eines galvanischen Elementes, wenn es für den Physiker wie für die technische Anwendung die Anforderungen überbieten soll, welche die uns bisher bekannten galvanischen Combinationen erfüllen: die Constanz des Stromes; und in dieser Beziehung habe ich viele Schwierigkeiten zu überwinden gehabt, ehe ich eine genügende Construction der Kette ausfindig machen konnte.

Obwohl ich über die Bedingungen, unter welchen eine gleichmäßige Ausdauer des Stromes zu erwarten ist, im Allgemeinen klar bin, so treten doch unter gewissen Umständen manche räthselhafte Erscheinungen auf, über deren Natur erst eine ausgebreitete Benutzung dieser merkwürdigen Kette Aufschluß zu liefern im Stande seyn wird.

Ohne erst näher auf die vielfältigen Constructionen des Manganelements, welche ich untersucht habe, einzugehen, will ich nur diejenigen beschreiben, welche sich mir für die verschiedenen Benutzungsweisen des galvanischen Stromes als die brauchbarste herausgestellt haben.

Die erste Bedingung, unter welcher das übermangansäure Kali in Berührung mit Platin seine elektromotorische Kraft entwickelt, ist die Anwesenheit einer starken Säure, also namentlich der Schwefelsäure, und ich habe gefunden, daß der Zusatz von $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{15}$ concentrirter Schwefelsäure zur ebenfalls concentrirten Manganlösung einen constanten Strom liefert. Die Schwefelsäure zersetzt hiebei das übermangansäure Kali in Sauerstoff, welcher zum Zink geht, in Kali, welches mit Schwefelsäure verbunden in der Flüssigkeit gelöst bleibt, und in Manganoxydhydrat, welches als schwarzes Pulver allmählich zu Boden sinkt.

Für jedes auf galvanischem Wege gelöste Atom Zink muß auch in dieser Kette Ein Atom Kali frei werden; daher wird hier die doppelte Menge Schwefelsäure consumirt als in jeder anderen galvanischen Combination; also ist für die Anwesenheit einer hinreichenden Menge Säure jedenfalls Sorge zu tragen.

Das Kali *hypermang. cryst. pur.* ist in Wasser nur schwer löslich (nach Mitscherlich erfordert 1 Th. Salz bei 15° C. 16 Th. Wasser); die Lösung dieses Salzes hat außerdem die Eigenschaft, in Wasser zu Boden zu sinken, ohne im Geringsten zu diffundiren. Wenn man daher aus einem Elemente einen Strom entwickelt von der Stärke, um einen Platindraht weißglühend zu erhalten, so kann die hiezu erforderliche Menge Uebermangansäure nur dann frei werden, wenn Platin und Manganlösung in einer sehr

großen Oberfläche mit einander in Berührung stehen, wenn ferner der Flüssigkeit die Möglichkeit freier Beweglichkeit gelassen, dieselbe also nicht vom Platin ganz eingeschlossen wird. Ist dies nicht der Fall, so werden bei starkem Strome die dem Platin zunächst liegenden Theile der Flüssigkeit bald von ihrem Mangansäuregehalt befreit, und der Strom macht dann an der Platinplatte Wasserstoff frei, wodurch diese polarisirt und ihre elektromotorische Kraft vermindert wird. Die geringste Erschütterung der Platinplatte oder ihr Hin- und Herbewegen in der Flüssigkeit, läßt den Strom wieder zu seiner früheren Stärke anwachsen, allein eine solche Kette ist nicht praktisch brauchbar, und kann nicht als constant bezeichnet werden. In der Salpetersäure-Batterie wird durch die sich ausscheidende salpetrige Säure die Flüssigkeit in steter Bewegung gehalten und dadurch fortwährend dem Platin neue Flüssigkeit zugeführt; in der Daniell'schen Kette wird ein ähnlicher Strom durch den Unterschied in der specifischen Schwere der concentrirten Lösung und der ihres Kupfergehaltes beraubten Flüssigkeitstheile unterhalten; außerdem diffundiren beide Lösungen stark nach allen Richtungen; diese Eigenschaften finden bei der Lösung von übermangansaurem Kali nicht statt. Man muß diesen Mangel daher durch andere Vorkehrungen zu ersetzen suchen, und dahin gehört zunächst die möglichste Vergrößerung der Berührungsfläche von Platin und Flüssigkeit. Als die hiefür geeignetste Form und Gröfse der Platinelektrode hat sich mir nach vielen Versuchen folgende ergeben.

Man schneidet aus sehr dünnem Platinblech (man hat es jetzt bis zu 0^{mm},005 Plattendicke) viereckige Blätter, deren Breite etwas geringer als der Durchmesser der Thonzelle, deren Höhe etwa 4 Centim. geringer als die Höhe der Thonzelle, alle von gleicher Gröfse, legt sie genau übereinander, so daß sie sich decken, löthet sie an den Mitten ihrer schmalen Seiten oben und unten mit Gold zusammen, löthet an der Einen dieser Seiten in der Mitte einen wenigstens 1^{mm} starken Platindraht als Poldraht, und biegt dann die

einzelnen Hälften dieser Blätter so auseinander, daß das Ganze einen cylindrischen Fächer aus Platinplatten bildet. In dieser Weise wirkt das Platin mit seinen beiden Flächen elektromotorisch auf die Lösung. Je größer die Oberfläche des hierzu verwandten Platin ist, desto constanter wirkt der Strom bei kurzer Schließung, z. B. durch die Tangentenbussole direct; ohne wenigstens $\frac{1}{2}$ Quadratfuß Platinblech kann man keinen starken andauernden Strom erzeugen; mit einem cylindrischen Platinfächer von der angegebenen Gröfse und Construction bei gleichzeitig angewandter Thonzelle habe ich aber schon mit einem Element einen Platindraht von 0^{mm},15 Durchmesser stundenlang im Weißglühen erhalten.

Ich habe nun noch über die Art und Weise, in welcher das übermangansaure Kali zugesetzt wird, Auskunft zu geben. Dieses Salz kommt käuflich entweder als *Kali hypermang. crud.* vor, ein braunes Pulver, welches an der Luft bald Wasser anzieht, oder als *Kali hypermang. cryst. pur.* in braunen Krystallen. Ersteres ist für das galvanische Element nicht zu gebrauchen; denn obwohl es etwa nur $\frac{1}{4}$ so viel kostet, als das zweite, so erhält es höchst wahrscheinlich auch nur $\frac{1}{4}$ so viel Uebermangansäure, der Rest besteht aus Chlorkalium und Braunstein und entwickelt in der Batterie in Berührung mit Schwefelsäure viel Chlorgas. Das reine *Kali hypermang. cryst.* entwickelt, wenn man es mit concentrirter oder wenig verdünnter Schwefelsäure in einem Reagensglase übergießt, reinen Sauerstoff und ein hineingetauchter glimmender Span muß sich sofort entzünden; manche Proben des sogenannten reinen Salzes thun das letztere nicht, dann entwickeln sie zugleich Chlor, was nicht seyn darf. Ebenso wenig ist die käufliche Lösung des Salzes, sogenannte Chamäleonlösung, galvanisch zu verwenden, da man nie weiß, wie viel Salz sie enthält.

Wie man auch das übermangansaure Kali in der Batterie verwenden mag, so ist vor allen Dingen darauf zu achten, daß nie Krystalle des Salzes auf den Boden der Thonzelle oder des Glases geschüttet werden, da sie hier nicht die geringste Wirkung üben können; sie werden bei der Thätigkeit

der Batterie bald von Manganoxydhydrat eingehüllt und bleiben dann unlöslich, oder wenn ein Theil davon gelöst wird, bleibt diese Lösung am Boden der Thonzelle, und da sie nicht diffundirt, kommt sie nie in die Nähe des Platins. Man kann sich nun aus dem *Kali hypermang. pur.* eine concentrirte Lösung in Wasser bereiten, $\frac{1}{10}$ Schwefelsäure hinzusetzen, das Ganze nebst dem Platinfächer in die Thonzelle thun, so erhält man einen starken und für alle Art elektromagnetischer Versuche, bei welchen ein Gesamtwiderstand der ganzen Schließung von 40—50 Meter Normaldraht vorhanden, stundenlang constanten Strom. Ich selbst verfähre, um bei starken wie bei schwachen Strömen, also bei jeder Art von Schließung der Kette, möglichst constante Wirkungen zu haben, folgendermaßen, indem ich weder Thonzelle noch Lösung von übermangansaurem Kali anwende. In dem gut amalgamirten Zinkcylinder wird ein zweiter Cylinder aus Haargewebe (vom größten Pferdehaar) sogenanntes Haartuch, lose eingesetzt; dies geschieht nur, damit der Platinfächer, dessen Ränder sehr nahe an den Zinkcylinder heranreichen, nie mit diesem in Berührung kommen; dieser Haartucheinsatz, das einzige organische Gewebe, welches wenigstens auf einige Tage der vereinten Wirkung von Schwefelsäure, Sauerstoff und übermangansaurem Kali zu widerstehen vermag, muß noch einige Centimeter über den oberen Rand des Zinkcylinders hinausreichen. Dann setzt man den Platinfächer in das Haartuch, füllt das Ganze bis nahe an den oberen Rand des Zinkcylinders mit Wasser, dem $\frac{1}{10}$ Schwefelsäure zugesetzt worden, oder noch mehr, wenn es das Zink vertragen kann, ohne angegriffen zu werden. Nun wird, auf das Haargeflecht sich stützend und ungefähr mit dem Boden ein Centimeter in die Flüssigkeit tauchend, ein Sieb von Platinblech oder ein Geflecht von Platindraht in das Element hineingesenkt, so daß der Boden des Geflechts ganz nahe über der oberen Fläche des Platincylinders sich befindet. Die Maschen des Platingeflechtes dürfen höchstens 1^{mm} Durchmesser haben, können aber so zahlreich wie möglich seyn. Dieses Pla-

tinsieb darf natürlich nirgends den Zinkcylinder berühren. Deshalb ist es rings von dem Haartuch umgeben; der vom Platin ausgehende Poldraht wird seitwärts zwischen dem Platinsieb und dem Haartuch herausgeführt. Schüttet man nun 20 bis 30 Grm. *Kali hypermang. cryst.* in das Sieb, so ist in 2 bis 3 Minuten das Element in voller Kraft, so daß man die oben angeführte Wirkung vom Weißglühen $0^{\text{mm}},3$ starken Platindrahts damit erhält; an meiner Tangentenbussole von 18 Centimeter Durchmesser des Metallringes giebt Ein Element frisch gefüllt eine Ablenkung von 70 bis 75° . Benutzt man eine Thonzelle von ungefähr 5 Centim. Durchmesser, so ist die Ablenkung nur 65° bis 70° und man kann nur Platindrähte von $0^{\text{mm}},2$ Durchmesser weißglühend erhalten. Solche starken Ströme sind natürlich nicht constant, denn wo sollte bei der Schwerlöslichkeit des Kalisalzes das Material herkommen, um die fortwährende chemische Thätigkeit der Batterie zu unterhalten? Schaltet man jedoch einen Widerstand von 40 bis 50 Meter Normaldraht ein, so wird das Element einen constanten Strom von etwa 20° Ablenkung geben, bei dem Elemente ohne Thonzelle wird der Strom schon bei 30 Meter Einschaltung mit etwa 30° Ablenkung der Tangentenbussole unveränderlich und bleibt in dieser Stärke, bis entweder das Mangansalz aus dem Platinsiebe verschwunden, oder die freie Schwefelsäure verbraucht ist; dann aber nimmt der Strom rasch ab. Um starke constante Ströme zu unterhalten, hinreichend stark für alle elektromagnetischen Versuche, wo mehr oder minder lange Spiralen in den Kreis eingeschaltet werden, ist das Element ohne Thonzelle daher vorzuziehen; nur muß man, wenn man die Versuche einige Stunden unterbricht, Zinkcylinder nebst Haareinsatz und Platinsieb aus der Flüssigkeit entfernen, da es mir häufig geschienen, als ob in Gegenwart von Zink die verdünnte Schwefelsäure eine Zersetzung des Mangansalzes bewirkte; ohne Zink habe ich bei verdünnter Schwefelsäure nie eine solche Zersetzung bemerkt, obwohl die concentrirte Säure auf das krystallisirte *Kali hypermangan.* so stark einwirkt. Die Constanz der

Wirkung dieser Kette hängt aufser von der Gröfse der Platinoberfläche wesentlich von der Flächengröfse des Platinsiebes ab, d. h. von der Geschwindigkeit, mit der der niedersteigende Flüssigkeitsstrom der schweren Manganlösung frisches Material von Uebermangansäure an die Oberfläche der Platinelektrode führt; daher die bedeutend beständigere Wirkung des Elementes ohne Thonzelle, welche keineswegs dem geringeren Leitungswiderstande zuzuschreiben ist. Ich rathe daher unter allen Umständen für Entwicklung starker Ströme zur Benutzung des Elementes *ohne* Thonzelle; die Instandsetzung des Elementes ist höchst einfach, dabei die Batterie ganz geruchlos, wenn einigermassen reines übermangansaures Kali benutzt wird.

Die Anwendung der Manganbatterie *ohne* Thonzelle dürfte vorzugsweise für die Darstellung des Lichtbogens zwischen Kohlenspitzen geeignet seyn, da sie zur Erlangung eines gleichen Effectes nur etwas mehr als die Hälfte der Anzahl der Elemente erfordern würde, deren man bisher mit der Bunsen'schen Batterie bedürfte. Da der Lichtbogen einen grofsen Widerstand darbietet, und die Messungen ergeben haben, dafs auch bei dem intensivsten Strome, unter welchem das Kohlenlicht bisher erhalten worden, die Stromstärke, welche durch jedes einzelne Element geht, kaum die Hälfte derjenigen beträgt, welche man durch directen Schluß der Pole eines Elementes erhalten kann, so läfst sich an ein mehrere Stunden hindurch constantes Verhalten der Lichtquelle bei Anwendung der Mangancombination nicht zweifeln.

Es giebt nun in der Technik noch eine Klasse von galvanischen Strömen, zu deren Entwicklung die neue Batterie aufserordentlich geeignet zu seyn scheint: die schwachen Ströme mit grofsem Leitungswiderstande, wie sie bei Telegraphen und Glocken-Apparaten erfordert werden und bei denen an die Batterie die Anforderung gestellt wird, dafs sie Monate und Jahre lang ohne Erneuerung einen constanten Strom liefern soll; bisher verwandte man hiezu die Meidinger'sche Kupfervitriolbatterie. Wenn es aber ge-

lingt, die Thätigkeit der Manganbatterie für schwache Ströme ebenso lange Zeit hindurch in gleichmäßigem Zustande zu erhalten, woran ich nicht zweifle, obwohl ich bei der Kürze des Zeitraumes, seit welchem ich mich mit dieser Sache beschäftige, noch keine ausreichende Erfahrung darüber habe sammeln können, so wird man zu allen diesen technischen Zwecken nur die halbe Anzahl galvanischer Elemente nöthig haben, deren man bisher bedurfte.

Ich wende zu solchen schwachen Strömen ein Element mit Thonzelle an, die Flüssigkeit in der letzteren enthält $\frac{1}{10}$ Schwefelsäure; diejenige, in welcher das amalgamirte Zink steht, kann schwächer seyn; in die Thonzelle wird ein einfaches Kreuz vom dünnsten Platinblech eingesetzt, dann ein kleines Sieb aus Platinblech in die Thonzelle, so daß der Boden des Siebes 1 Centim. in das Wasser taucht, eingehängt, und an dem Rande der Thonzelle befestigt, dann 40 bis 50 Grm. *Kali hypermang.* in das Sieb geschüttet. Eine andere Construction ist die, daß ich anstatt des Platinsiebes eine kleine Glasflasche mit kurzem Halse, deren Oeffnung mit einem Gewebe aus Platindraht verschlossen war, mit dem Halse nach unten auf die Thonzelle setzte, so daß dieser fast ganz in die Flüssigkeit tauchte; die Flasche wurde vorher mit etwa 100 Grm. *Kali hypermang. cryst.* gefüllt, und dann bis an die Oeffnung voll Wasser gegossen. Die erstere Art der Construction mit oben offenem Platingefäße scheint jedoch zuverlässiger zu seyn, weil man dann sicher ist, daß das Nachuntenströmen der Manganlösung nicht durch den Luftdruck verhindert werden kann. Ein Element dieser Art habe ich seit zwei Monaten ununterbrochen durch einen etwa 30,000 Meter Normaldraht großen Widerstand geschlossen und scheint nicht an Kräfte verloren zu haben; es dient dazu, ein konisches Pendel in Bewegung zu halten; früher verwandte ich zu demselben Apparate zwei Meidinger'sche Elemente; ein anderes ähnliches Element, seit derselben Zeit in unveränderter Stärke, dient in Verbindung mit jenem zum Glocken-Apparate; dies wird freilich nur selten geschlossen und ich zweifle nicht, daß es

in dieser Weise mehrere Jahre functioniren kann. Vermuthlich liefse sich eine für solche schwachen Ströme recht befriedigende Construction durch Benutzung der Meidinger'schen Elemente ausführen, indem man das *Kali hypermang.* in den Ballon oder Glastrichter thäte, aber dafür Sorge trüge, dafs keine Krystalle auf den Boden des unteren Glasbechers, in welchem das Platin steht, fallen könnten; das Zink mufs natürlich amalgamirt seyn.

Wenn es gelänge, einigermafsen chemisch reines übermangansaures Natron zu erlangen, welches Salz in Wasser sehr leicht löslich ist, so zweifle ich nicht, dafs man damit auch die stärksten Ströme, welche ein Element geben kann, vollkommen constant machen könnte; ich habe mich bis jetzt vergebens bemüht, von den chemischen Fabriken das Präparat in der gewünschten Reinheit zu erlangen. Vielleicht werden andere Physiker in dieser Beziehung mehr Erfolg haben, wie ich denn hoffe, dafs es den ferneren vereinten Bemühungen vieler Experimentatoren gelingen werde, durch weitere Verbesserungen in der Construction der Kalihypermangankette aus dieser ein Hilfsmittel für die Wissenschaft wie für alle technische Verwendung des galvanischen Stromes zu schaffen, welches die bisher gebräuchlichen galvanischen Combinationen verdrängen wird.

Schliesslich mag noch erwähnt seyn, dafs ich die elektromotorische Kraft des übermangansauen Kali mit Bunsen'scher Kohle ganz gleich der mit Platin gefunden habe, dafs ich aber die Kohle zur Construction von solchen Elementen nicht für geeignet halte, einmal weil sie der Lösung zu wenig Oberfläche darbietet, hauptsächlich aber deswegen, weil mir geschienen hat, dafs die Wirksamkeit der Kohle nach einiger Zeit sich vermindert, was wahrscheinlich in der Ablagerung von schwefelsauren Kalikrystallen oder Manganoxydhydrat in den Poren der Kohle herrührt.

Dresden, im December 1871.