**XIV. Eine neue galvanische Kette, respective
Batterie für Aerzte und Physiker;
vom Kreisphysikus Dr. Pincus in Insterburg.**

Die immer gröfsere Beachtung, welche der constante galvanische Strom in der Therapie findet, in Verbindung mit der Kostspieligkeit und Unbequemlichkeit, welche eine Batterie von einem der jetzt gebräuchlichen Elemente, Daniell, Meydinger, oder gar Grove, Bunsen componirt, bei ihrer Anwendung und Unterhaltung mit sich führt, hatte schon längst bei vielen Aerzten und auch bei mir den Wunsch nach einer bequemeren und compendiöseren Form der Batterie bei gleicher Wirksamkeit rege gemacht.

Nach vielen mit verschiedenen Stoffen unternommenen Versuchen, wobei ich ebenso eine bedeutende elektromotorische Kraft und Constanz, wie Compendiosität und möglichste Befreiung von den mannigfachen Uebelständen im Auge hatte, die den bereits bekannten Ketten anhängen, bin ich zu einem Resultat gelangt, das mich wie Alle, die ich bisher mit derselben vertraut machte, zu dem Glauben veranlafste, dafs die neue von mir construirte Kette nicht nur den ursprünglich erstrebten medicinischen Zwecken aufs vollkommenste genügt, sondern dafs das Princip für alle andern Zwecke sich brauchbar erweisen wird.

Um diesem Aufsatze im allgemeinen Interesse von vornherein bei Physikern und Aerzten einige Aufmerksamkeit zu sichern, sey es mir vergönnt, vorgreifend zu erwähnen, dafs der Mechaniker Carogatti in Königsberg nach meinen Angaben eine Batterie construirte, die bei einer aus *Reagirgläschen bestehenden Elementenzahl von 40 Stück noch keinen halben Cubikfufs* Raum einnimmt, dafs schon *vier dieser Elemente* zur Wasserzersetzung und zum Telegraphiren von Insterburg nach Königsberg auf eine Strecke von 12 Meilen mit einem *Morse* ohne Relais ausreichten. Ferner, dafs unter den Aerzten und Naturforschern, die sich von

der Wirksamkeit und Constanz meiner Batterie überzeugt und sie der größten Beachtung werth finden, Namen wie Waagner, v. Wittich, Burow, Moser in Königsberg, Poggendorff, v. Horn in Berlin, v. Liebig, Wöhler u. A. vorkommen.

Das Princip ist so einfach und naheliegend, es bietet so viele, längst bei der constanten Kette erstrebte Vortheile, daß es fast unbegreiflich erscheint, daß man nicht schon längst darauf gekommen. Es besteht einfach in der Anwendung von *Chlorsilber* an der *negativen Elektrode* zur Verhütung der Polarisation, also zur Oxydation des freiwerdenden Wasserstoffs in einem einfachen Volta'schen Element. Die leichte Zersetzbarkeit aller Silbersalze, also auch des Chlorsilbers, durch den galvanischen Strom verhindert, wenn sich Chlorsilber mit der negativen Elektrode, also *Silber*, *Platin*, *Kohle* in der Kette in Berührung findet, so leicht und vollständig jede Polarisation durch Oxydation des freiwerdenden Wasserstoffs, daß die Constanz vollkommener ist, wie bei irgend einem andern Element und so lange vorhält, als sich noch eine Spur von unzersetztem Silbersalz vorfindet, wobei die elektromotorische Kraft, welche der drei oben genannten Stoffe man auch dem Zink als Kathode gegenüberstellt, zum mindesten *der* zwischen Silber und Zink, zu einem einfachen Element verbunden, gleichkommen muß. Nach diesen einleitenden Bemerkungen über das Princip wird die Beschreibung der einfachen Zelle und der Batterie, wie ich sie bis jetzt construiert, am Platze seyn.

In einem Reagirgläschen von 7 bis 8 Zoll Länge und $\frac{3}{4}$ Zoll Weite, welches mit verdünnter Schwefelsäure oder einer Chlornatriumlösung bis auf $\frac{4}{5}$ gefüllt ist, taucht bis zum Boden des Gläschens ein fingerhutartiges kleines Gefäß von dünnem, chemisch reinem Silberblech, das *etwa einen Quadratzoll* (!) Oberfläche bietet und eine beliebige Quantität Chlorsilber enthält. Ein durch Glas oder Guttapercha isolirter Leitungsdraht ist an das Silber gelöthet und ragt aus dem Gläschen hervor. Das Glas ist mit einem Kork geschlossen. Ein Stückchen reines amalgamirtes Zink von

beliebiger Form und von etwa einem Quadratzoll Oberfläche, an welchem ein durch eine Glasröhre sorgfältig isolirter Leitungsdraht von Kupfer angelöthet ist, taucht in die Erregungsflüssigkeit und läßt sich, da sein Leitungsdraht in dem durchbohrten Kork verschiebbar ist, leicht und beliebig dem Silber nähern und von ihm entfernen, und auch bis über die Oberfläche der Flüssigkeit in die Höhe ziehen. Eine beliebige Anzahl solcher hintereinander verbundenen Elemente in einem passenden Gestelle von Holz, bildet die Batterie, deren Intensität wie natürlich mit der Anzahl der Elemente steigt und fällt. Diese Kette hat, so weit ich dieß bis jetzt habe feststellen können, folgende Eigenschaften:

Beim Schließen der Kette wird unter Erzeugung eines kräftigen Stromes Chlorsilber zu pulverförmigem Silber reducirt, wobei es gleichgültig ist, ob das Silbersalz in *geschmolzenem* Zustande angewendet war oder nicht. Auf ein Aequivalent reducirtes Silber wird ein Aequivalent Zink in Zinkchlorid umgewandelt, ohne daß eine Spur von Wasserstoff, wie schon erwähnt, an irgend einem Punkte der Kathode auftritt, während die *vollendete Zersetzung alles vorhanden gewesenenen Chlorsilbers* sich durch lebhafte Wasserstoffentwicklung am Silber deutlich markirt. Die Unlöslichkeit und specifische Schwere des Chlorsilbers macht eine Thonzelle überflüssig und verhindert selbst bei unsanften Bewegungen die Berührung des Elektrolyten mit dem Zink, so daß eine solche Batterie ohne alle Gefahr von einem Orte zum andern transportirt werden kann, und auch ziemlich bedeutender Temperaturwechsel ganz unschädlich ist. Meine kleine Probekette ist demnach auch im gefüllten Zustande, ohne merkliche Störung, von *München nach Stuttgart*, von dort nach Ems gebracht worden.

Der durch Schließen der Miniaturkette, resp. Batterie erzeugte Strom ist so kräftig, daß schon ein *Element* die Nadel eines wenig empfindlichen Galvanometers bedeutend und dauernd ablenkt, daß *drei bis vier Elemente* hintereinander verbunden Wasser zersetzen und daß, wie schon

erwähnt, mit einer gleichen Zahl von der Station Insterburg nach Königsberg mit Hülfe eines Morse ohne Relais eine Verständigung möglich war. Eine Combination von 10 solchen Elementen bringt als *physiologische Wirkung* nicht blofs bedeutende Geschmacks- und subjective Lichtempfindungen, sondern schon ein sehr lebhaftes Brennen, selbst auf der weniger empfindlichen Haut der Hand hervor. Zwanzig Elemente erzeugen, wenn die Pole richtig angesetzt sind, Muskelzuckungen, resp. Contractionen und ein nicht zu ertragendes Gefühl von Brennen, wenn die Berührungspunkte des Zinkpols mit der Haut klein sind (Drahtpinsel etc.). Bei 30 oder gar 40 Elementen treten selbst bei kurzer Berührungsdauer wirkliche Verbrennungserscheinungen, sich durch bedeutende Röthung und Aufspringen von Blasen markirend, ein, und die Berührung der Pole mit der Haut wird auch bei wenig empfindlichen Personen kaum über einige Secunden hinaus ertragen.

Was die Constanz betrifft, die sich schon theoretisch als im hohen Grade vorhanden im Voraus annehmen läfst, so habe ich beim Schliesen der Kette durch ein Galvanometer von etwa 10 Meilen Telegraphenleitungsdraht Widerstand bei wiederholten Versuchen eine stundenlang unverrückte Ablenkung der Magnetnadel beobachtet, und was mehr sagen will, sogar die geringe Ablenkung der Nadel einer Tangentenbussole bei längerer Schließungsdauer unverändert gefunden.

Die elektromotorische Kraft dieser Kette in Verhältniß zu andern genau zu bestimmen, hat es mir noch an Zeit und an feinen Meßinstrumenten gemangelt, aber abgesehen von den oben mitgetheilten, eine bedeutend elektromotorische Kraft voraussetzenden Wirkungen, läfst sich meines Dafürhaltens theoretisch im Voraus behaupten, dafs sie gröfser seyn mufs, als die eines Daniell'schen Elements bei gleicher Erregungsflüssigkeit, da sowohl das Silber, wie der Elektrolyt, das Chlorsilber sich dem Kupfer und dessen Salzen gegenüber elektronegativ verhält, dafs also die elektrische Spannung zwischen Zink und Silber und dessen Salzen

nothwendig gröfser seyn mufs, als die zwischen Zink und Kupfer und dessen Salzen, natürlich immer unter sonst gleichen Umständen. Die elektromotorische Kraft wird höchst wahrscheinlich sich mehr der eines Bunsen oder Grove, als der eines Daniell nähern.

Auch die Widerstände in der Kette sind noch nicht gemessen, meines Dafürhaltens aber auch eigentlich gar nicht genau bestimmbar, denn man hat es ja bei diesem Princip wie bei keinem anderen, ganz in seiner Gewalt, die Widerstände einfach durch Annähern oder Entfernen des Zinks vom Silber beliebig zu vergrößern oder zu verringern, wobei die Gröfse der Elektroden *vorläufig* ganz unberücksichtigt bleiben kann. Dieser Vorzug macht die Chlorsilberkette im Allgemeinen eigentlich zu einer Universalkette, mehr wie andere überall anwendbar, *ob im Schließungsbogen grofse oder geringe Widerstände vorhanden sind*. Was in dieser Beziehung von der Kette gilt, ist, wie natürlich, auch für die Batterie Gesetz. Wie immer diese Verhältnisse auch seyn mögen, so steht durch Versuche so viel fest, dafs die kleine Batterie in der Form, wie ich sie habe construiren lassen, im Stande ist, grofse Widerstände im Schließungsbogen zu besiegen und zwar mit einer verhältnifsmäfsig geringen Anzahl von Elementen. Diefs beweist die Wasserzersetzung, das Telegraphiren mit schon vier Elementen, diefs beweisen die bedeutenden physiologischen Wirkungen zur Genüge. Bei den in Berlin in Gegenwart des Hrn. Prof. Poggendorff angestellten Versuchen, der mir gütigst gestattet hat, mich in diesem Aufsatze auf ihn beziehen zu dürfen, wurde in einem gewöhnlichen Telegraphengalvanometer von 20 deutschen Meilen Telegraphenleitungswiderstand die Nadel bei 40 Elementen um 54° , bei 30 Elementen um 48° , bei 10 Elementen noch um 32° dauernd abgelenkt. Bei Einschaltung des ungeheuren Widerstandes, den die Inductionsrolle eines grofsen Stöhrer'schen Inductionsapparates bietet, wurde bei 40 Elementen noch eine Ablenkung von 20° beobachtet, ja selbst bei 20 Elementen zeigte sich noch der Durchgang eines, wenn auch nur sehr schwachen, Stromes.

Mit Ausnahme der Telegraphirungsversuche hat sich Hr. Prof. Poggendorff von den oben mitgetheilten Wirkungen und Eigenschaften meiner Kette selbst zu überzeugen mir die Ehre erwiesen.

Die Dauer der Constanz und der ungeschwächten Wirksamkeit überhaupt ist nach dem Angeführten selbstverständlich von der Menge des Chlorsilbers, von der Schließungsdauer und vor Allem von dem Widerstande im Schließungsbogen abhängig. Bei dem ungeheuren Widerstande, den die thierischen Gewebe dem Durchgange des Stromes bieten, und bei der großen Reizempfindlichkeit der Nerven für denselben, kommt es daher durchaus nicht auf die Größe, sondern auf die elektromotorische Kraft und auf die Menge der Elektroden an, ein Umstand, der sehr zum Nachtheile der Billigkeit und Bequemlichkeit der zu medicinischen Zwecken angewandten Batterien bisher unberücksichtigt geblieben ist. Da ferner die Elektrolyse in der Kette im umgekehrten Verhältniß zu dem Leitungswiderstande steht, so kann bei der medicinischen Anwendung des constanten Stromes nur sehr wenig Chlorsilber zur Zersetzung kommen. Diefes bürgt meiner Batterie trotz ihrer Compendiosität für diese Zwecke wenigstens eine verhältnißmäfsig lange Wirksamkeit, besonders da in dieser Art von Ketten die Zersetzung des Elektrolyten bei offener Kette unmöglich ist. Trotz der scheinbaren Kostbarkeit des Füllungsmaterials ist daher der wirkliche Kostenaufwand durch den Gebrauch ein kaum nennenswerther, denn das in Pulverform reducirte Silber läßt sich ja immer wieder leicht in Chlorsilber umwandeln oder sonst ohne Verlust verwerthen, vielleicht als die feinste Bronze, die bisher dargestellt wurde. Es sey hier übrigens noch bemerkt, dafs etwa 4 Loth Chlorsilber zur Füllung einer Batterie von 40 Elementen hinreichen, die nach wochenlangem häufigem Gebrauch jetzt noch in unveränderter Wirksamkeit fortbesteht, und dafs der ganze Silberwerth dieser Batterie in Silberblech und Silbersalz kaum 12 Thaler beträgt. Die Wirksamkeit, Constanz, Compendiosität und relative Billigkeit dieser Art von Batterien macht

sie für medicinische Zwecke nach meinem und nach dem Dafürhalten aller Aerzte, die sie bisher gesehen, äußerst brauchbar und ich gebe mich der Hoffnung hin, daß mit ihrer Hülfe die Behandlung mit dem constanten Strom sehr bald aus ihrer Specifität heraustreten, und Aerzten wie Patienten allgemein zugänglich werden wird. Für meine Herren Collegen begnüge ich mich, ohne auf die nähere Beschreibung der einzelnen Theile einzugehen, mit der Angabe, daß die Herren Moewig, Firma: C. Carogotti in Königsberg, und Rohrbeck, Firma: Luhme in Berlin, solche kleine transportable Batterien, die für alle medicinische Zwecke vollkommen ausreichen, zu dem Preise von 30 bis 40 Thaler bereits anfertigen lassen.

Für den Physiker bedarf es kaum der Erwähnung, daß das angegebene Element je nach den verschiedenen Zwecken, nach Form, Dimension, Anordnung der einzelnen Theile, nach Vergrößerung oder Verringerung des Leitungswiderstandes in der Zelle selbst, sey es durch Annäherung der Elektroden, sey es durch Vertauschung der Erregungsflüssigkeiten, der mannigfachsten Modificationen fähig ist. Durch beliebige Vergrößerung der wirkenden metallischen Oberflächen, und Verringerung des Leitungswiderstandes in der Zelle selbst werden sich Ströme von bedeutender Electricitätsmenge erzeugen lassen, so daß, wie ich nicht zweifle, das Princip auch für die Galvanokaustik, für Erregung von bedeutenden Licht- und Wärmeeffecten überhaupt Anwendung finden kann. Daß es ferner einer technischen Anwendung zum Vergolden und Versilbern und zum Telegraphiren fähig ist, versteht sich von selbst. Die Hauptsache ist, daß wir in dem Chlorsilber einen lange gesuchten Stoff gefunden haben, der die Erzeugung starker constanter Ströme, ohne Zwischenzellen, ohne lästige Gasentwicklung, ohne Stoffvergeudung beim Nichtgebrauch ermöglicht, und daß die Chlorsilberkette, resp. Batterie von allen bisher bekannten den Vorzug größerer Transportabilität und beliebiger und leichter Vergrößerung und Verringerung des Leitungswiderstandes in der Kette selbst bei gleichbleiben-

der Constanz voraus hat. Weitere Angaben über die Resultate der noch anzustellenden Messungen, sowie über im Gange befindliche Versuche mit Ketten von größerer Oberfläche und anderer Form behalte ich mir vor.

Ems, im August 1868.

**XV. *Darstellung eines künstlichen Spectrums mit einer Fraunhofer'schen Linie;
von A. Wüllner.***

Nach der von Hrn. Kirchhoff gegebenen Erklärung der Fraunhofer'schen Linien entstehen dieselben dadurch, daß das von dem festen Sonnenkern ausgesandte Licht bestimmter Wellenlängen in der glühenden den Sonnenkern umgebenden Atmosphäre absorbiert wird. Würde die Sonnenatmosphäre allein uns Licht zusenden, so würden diese Linien, vorausgesetzt, daß die Intensität des von der Atmosphäre ausgehenden Lichtes groß genug sey, uns hell auf dunklem Grunde erscheinen müssen. Möglicherweise wird diese Umkehr bei der im August eintretenden totalen Sonnenfinsternis beobachtet werden.

Es sey mir gestattet einen Versuch mitzuthellen, der an einer irdischen Lichtquelle die Erscheinungen gerade so zeigt, wie sie Hr. Kirchhoff aus der Absorption des Lichtes in Flammen für die Sonne gefolgert hat.

Läßt man durch eine Geißler'sche Spectralröhre der gewöhnlichen Form mit Hülfe der Holtz'schen Maschine in rascher Folge die Entladungen einer Leydener Flasche von etwa 1 Quadratfuß innerer Belegung bei sehr kleiner Schlagweite hindurchgehen, während die Röhre vor dem Spalte eines Spectrometers sich befindet, so sieht man zunächst das Spectrum des in der Röhre eingeschlossenen Gases, wie beim Durchgang eines kräftigen Inductionsstroms.