

U e b e r

Telegraphie,

insbesondere durch galvanische Kräfte.

Eine öffentliche Vorlesung

gehalten

in der festlichen Sitzung

der

Königl. Bayerischen Akademie der Wissenschaften

am 25. August 1838

v o n

Dr. C. A. Steinheil.

Conservator der math.-phys. Sammlung des Staates, ord. Professor der Physik und Mathematik an der Maximilian-Ludwigs-Universität zu München, ord. Mitgliede der Königl. Bayer. Akademie der Wissenschaften, correspondirendem Mitgliede der Kaiserlich Russischen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg, der Königlich Hannöverschen Societät der Wissenschaften zu Göttingen etc.

M ü n c h e n.

Gedruckt bei Dr. Carl Wolf.

Ueber Telegraphie,

insbesondere durch galvanische Kräfte.

Die vielseitigen Vorschläge und Versuche unserer Zeit, galvanische Kräfte zum telegraphiren zu benützen, haben auch bei uns eine diesem Gegenstande gewidmete Untersuchung, die nur durch die huldvolle Unterstützung Sr. Majestät unsers Allergnädigsten Königs möglich wurde, veranlasst. Für erste Pflicht erachte ich es, den ehrfurchtsvollsten Dank für diese königliche Gnade öffentlich auszusprechen. Mögen die Ergebnisse, welche ich vorzulegen habe, diese allerhöchste Theilnahme rechtfertigen, möge deren Veröffentlichung würdig seyn, beizutragen zur Feier des Tages, die wir heute begehen.

Telegraphie kann, wenn man sie in ihren allgemeinsten Merkmalen erfasst, betrachtet werden als das Mittel, wodurch sich ein Individuum dem Andern verständlich macht. In diesem Sinne ist sie gleichbedeutend mit Mittheilung, also keine menschliche Erfindung, sondern eine der wunderbarsten Gaben der Natur. Nicht dem Menschen allein, ja allen geselligen Wesen ist es verliehen, ihre Empfindungen andern mitzutheilen, in ihnen dem ihrigen ähnliche Zustände zu erwecken. Mittheilung ist das gewaltsamste Band der lebendigen Schöpfung, es knüpft Ein individuelles Leben an das Andere, reproduzirt in Einem, was Allen gegeben, und bildet so aus den Einzelwesen Gattungen, die

wieder als organische Wesen hervortreten. Wohl nirgends drängt uns die Natur mehr Staunen auf, als in der Betrachtung ihres Reichthums, um diesen Zweck der wechselseitigen Verständigung zu erreichen. Von den unenträthselten Hieroglyphenzeichen der Insektenwelt bis hinauf zur entwickelten Sprache des Menschen erblicken wir eine Reihe der mannigfaltigsten Möglichkeiten des wechselseitigen Verstehens. Aber beim Menschen hat diese Naturgabe eine wundervolle Entwicklung erlebt, eine Entwicklung, die, als Sprache und Schrift, mit seiner Bildung Schritt hält, eine Entwicklung, die eben so wenig als die Bildung selbst, überhaupt ihre absolute Grenze finden kann, sondern gleich dieser an den Grundfesseln des Daseins, an Zeit und Raum rütteln wird, um sie, die Unablöslichen, doch zu erweitern bis zur freien geistigen Bewegung. Denn so wie die Schrift den Laut des Momentes fesselt, und der flüchtigen Zeit entzieht, so soll auch die grösste Entfernung vernichtet werden, und der Gedanke im Moment den Fernen treffen können. Aber die Möglichkeiten hiezu sind uns nicht unmittelbar gegeben. Wir müssen die Naturkräfte und Naturerscheinungen belauschen, um sie in unsre Gewalt zu bringen, und sie zu Trägern unsers Gedankens zu machen, und diese Aufgabe ist Telegraphie im üblichen Sinne des Wortes.

Die Literatur dieses Problems zeigt, dass sehr verschiedene Naturerscheinungen sich eignen zur Uebertragung des Gedankens auf grosse Entfernungen. Sie zeigt uns ferner eine grosse Mannigfaltigkeit in der Wahl der Zeichen für die zu übertragenden Begriffe. Aber alle erscheinen uns, wir gestehen es, als einzelne Erfindungen ohne aus Einem leitenden Grundgedanken über die wesentlichen und unerlässlichen Grundbedingungen hervorgegangen zu sein. Man begnügte sich, abermals eine neue Möglichkeit aufgefunden zu haben, ohne jedoch zu untersuchen, ob nicht noch andere, dem Zweck entsprechendere oder einfachere, Möglichkeiten vorhanden seyen. Zweckmässiger dürfte es gewesen sein, vornherein festzusetzen, was die unerlässlichen Bedingungen einer möglichst vollendeten Telegraphie sind, ohne sich vorher mit der Schwierigkeit zu befassen, die etwa der Realisirung entgegen tritt. Denn in der Regel finden sich die Mittel, wenn man klar in's Auge fasst, auf was es eigentlich ankömmt, was erreicht werden soll. Wir wollen diess jetzt versuchen.

Die Aufgabe der Telegraphie ist, zu jeder Zeit, möglichst rasch, auf beliebig grosse Entfernungen hin Gedanken zu übertragen. Aber mit Ausnahme

der grossen Entfernung ist ja dieses Problem durch die Sprache auf das Vollständigste gelöst. Telegraphie wird also nur die Sprache auch für diese weitere Bedingung nachzubilden haben. Es scheint uns offenbar ein Abweg, wenn die Telegraphie eine unvollkommene Art der Mittheilung, die Zeichensprache, wie sie bei verkümmerten Menschen, den Taubstummen, vorkömmt, nachzuahmen strebt; sie muss die Mittheilung in ihrer vollendetsten Form als Rede nachbilden, wo der Ton, der das Gehör trifft, unwillkürlich aufmerksam macht und zur Verständniss führt. Auf den ersten Blick scheint diese Aufgabe freilich sehr schwer, weil die Rede über so verschiedene Laute zu disponiren hat, und also mit wenig Kombinationen einen Begriff geben kann. An dieser Schwierigkeit sind gewissermassen alle Vorschläge über Telegraphie gescheitert. Man ist vor Gauss darauf ausgegangen, eine grosse Anzahl verschiedener Zeichen zu bilden, ohne zu bedenken, dass diess nur auf Kosten einer grösseren Komplikation des Problems geschehen kann. Man hatte übersehen, dass nicht nur durch vielerlei Zeichen eine schnelle Mittheilung möglich wird, sondern dass sogar ein einziges Zeichen vollständig ausreicht, wenn es nur schnell genug hinter einander wiederholt werden kann und in zweckmässig geordneten Kombinationsgruppen angewendet wird. Um diess anschaulich zu machen, sey es mir erlaubt, auf die Analyse unserer Schriftsprache einzugehen.

Ich wähle die grossen lateinischen Lettern. Diese bestehen aus 6 verschiedenen Zeichen, nämlich einer geraden Linie in viererlei Lagen, senkrecht und horizontal, von der rechten schräg zur linken und von der linken zur rechten, endlich in einem Halbkreis nach links und rechts. Von diesen 6 verschiedenen Zeichen kommen als maximum 4 in demselben Buchstaben vor, wie bei M und W. Untersucht man nun, wie vielerlei verschiedene Buchstaben aus diesen 6 Zeichen gebildet werden können, wobei jedoch nie über 4 vorkommen, so ergibt die Rechnung, dass nicht weniger als 1554 verschiedene Zeichen oder Buchstaben daraus zusammengesetzt werden könnten, während die Aufgabe nur ist, 25 Buchstaben zu bilden. Dieses Beispiel zeigt, wie unnöthig gross man die Anzahl der verschiedenen Zeichen, aus denen die Schrift besteht, angenommen hat. Wir wollen jetzt nur zweierlei Zeichen annehmen, und sehen, ob nicht schon diese zu einer vollständigen Buchstabenbildung ausreichen. Die Zeichen seyen möglichst einfach, jedes ein Punkt, aber der Eine vor dem Andern dadurch kenntlich, dass er stets eine höhere Lage hat. Wollte man jetzt die Bedingung festsetzen,

dass in einem Zeichen nur Ein Punkt vorkommen kann, so wären natürlich auch nur 2 Zeichen möglich; dürften in Einem Zeichen 2 Punkte vorkommen, so liessen sich zu obigen 2 noch 4, also 6 verschiedene Zeichen bilden. Würde man aber zugeben, dass 3 Punkte in Einem Zeichen als maximum vorkämen, so gesellten sich zu obigen Zeichen noch 8, also entstünden im Ganzen 14 verschiedene Zeichen. Die Annahme endlich, dass 4 Punkte in demselben Zeichen vorkommen dürfen, bringt die Anzahl derselben durch 16 aus 4 Punkten bestehende schon auf 30, so dass man damit alle Buchstaben und sogar noch die Zahlenzeichen geben könnte¹⁾. Indessen sind auch zweierlei ver-

- 1) Allgemein können, wenn m verschiedene Zeichen gegeben sind, und von diesen im maximum n zu einer Gruppe vereinigt werden, $\frac{m}{m-1} \left(\frac{n}{m-1} \right)$

unter sich verschiedene Gruppen gebildet werden. Man sieht, dass diese Funktion hauptsächlich mit n wächst, es daher vortheilhafter ist, wenigerlei Zeichen anzunehmen, und sie öfter vorkommen zu lassen. Zur Bildung einer vollständigen Sprache wären z. B. sechserlei Zeichen, von welchen höchstens 6 in demselben Worte vorkommen, ausreichend. Denn es sind für diesen Fall nicht weniger als 55986 unter sich verschiedene Gruppenbildungen möglich, nämlich

6 Gruppen mit 1 Zeichen

36	„	—	2	„
216	„	—	3	„
1296	„	—	4	„
7776	„	—	5	„
46656	„	—	6	„

55986 Gruppen.

Gesetzt man würde für diese sechs Zeichen sechserlei verschiedene Grundlaute annehmen, etwa

| da | le | mi | so | ru | kö |

und diese der Reihe nach bezeichnen durch die verschiedenen Lagen der Striche, wie sie jetzt das grosse lateinische Alphabet bilden, also

| 1 | — | / | \ | (|) |

Gesetzt man würde ferner zur möglichsten Kürze und Einfachheit in der Sprachbildung diejenigen Begriffe, die am öftesten wiederkehren, durch die Gruppen mit den wenigsten Zeichen geben, nur eine regelmässige Declinations- und Conjugations-Form, einen Artikel, kein Geschlecht einführen, und deren Bezeichnungen schicklich und gesetzmässig unter den Combinationsgruppen wählen; so würde sich eine Sprache ergeben, mit welcher an Kürze des Ausdruckes, an Leichtigkeit der Erlernung keine der jetzt bestehenden rivalisiren könnte. Sie würde aber ausserdem sehr überraschende Eigenschaften besitzen. Wer sie nämlich spräche, könnte sie auch, ohne weiteres Erlernen, zugleich schreiben und lesen, da er bloss 6 Zeichen für die sechserlei vorkommenden Laute zu merken hätte. Ja das Schreiben foderte nicht mehr Zeit als das Reden, denn jede Sylbe, deren überhaupt nur 6 vorkommen, ist durch einen Einzigen Strich bezeichnet. In unsern jetzigen Sprachen ist die

schiedene Zeichen zu entbehren, wenn statt des zweiten eine rasche Wiederholung des Einzigen als Doppelzeichen eingeführt wird. Wir sehen also, dass Ein Zeichen, etwa ein Punkt, vollkommen ausreicht, die Schrift wieder zu geben und zwar kürzer, als es mit vielen Zeichen bei der jetzt üblichen möglich ist. Aber das, was hier ein Punkt als einfachstes Zeichen für die Schrift ist, das ist für die Sprache ein Schall oder Laut. Auch dessen Wiederholungen und Kombinationen können für das Gehör durch Uebung eine verständliche Sprache werden.

Wir sind also nun im Stande die Grundbedingungen festzusetzen, welchen ein Telegraph, wenn er möglichst einfach seyn soll, entsprechen muss. Er braucht nur Ein Zeichen zu geben, aber möglichst rasch. Soll er zugleich die bequemste Form haben, so muss diess Zeichen auch für das Gehör wahrnehmbar seyn.

Wir wollen jetzt der Reihe nach untersuchen, durch welche Erscheinungen und Naturkräfte dieses Eine Zeichen auf die verlangte Weise gegeben werden kann.

Das Licht eignet sich nur in bestimmten Merkmalen hiezu. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit desselben ist für uns unmessbar gross; aber es wird nie gelingen, durch das Licht andere als dem Auge bemerkbare Zeichen hervorzubringen. Es sind ferner durch die runde Gestalt der Erde und die gradlinigte Bewegung des Lichts die Abstände bedingt, über welche man durch Lichtzeichen nicht hinaus kann. Ein auf Lichtzeichen beruhender Telegraph kann also nur dann nach andern Stationen Zeichen geben, wenn dort die Aufmerksamkeit auf

Sylbenzahl ungemein gross, jede ist zusammengesetzt aus Buchstaben, jeder Buchstabe wieder aus einzelnen Zeichen. Diese unnöthig grosse Complication unserer Sprachbildung ist nothwendige Folge davon, dass Sprache und Schrift nicht zugleich entstanden, sondern die Schrift zur Aufgabe erhielt, die gegebene Rede nachzubilden. Aber sie könnte vermieden werden, wie Obiges zeigt, wenn die eine mit Rücksicht auf die andere gebildet würde. Welche Schwierigkeiten bei Vermehrung der eingeführten Zeichen eintreten, beweiset am schlagendsten die chinesische Sprache. Dass übrigens die in Obigem gewählten Zahlenverhältnisse die vortheilhaftesten seyen, will ich keineswegs behaupten; aber das scheint wesentlich, dass eine Sprache, die möglichst schnell zu schreiben wäre, aus wenigen Grundlauten bestünde, und dass diese Grundlaute unmittelbar durch die einfachsten Zeichen selbst dargestellt würden.

ihn gerichtet, wenn die Entfernung nicht über eine mässige Zahl von Meilen beträgt, und wenn die Luft durchsichtig ist. Ungeachtet dieser enormen Beschränkung hat dennoch die Chappé'sche Erfindung der Telegraphen Eingang gefunden, und seit dem Jahr 1793, wo die erste Telegraphenlinie in Frankreich etablirt wurde, bedeutende Ausdehnung gewonnen. Auffallend ist, dass alle in Vorschlag gekommene Verbesserungen an denselben nur unwesentliche Umstände betrafen. Wenn aber gleich die Hauptmängel optischer Telegraphen nie zu entfernen sind, so könnten doch, wie ich glaube, nicht unerhebliche Verbesserungen an denselben angebracht werden. Ich will hierin nur einiges andeuten.

Die erste Anforderung bleibt immer, die Mittheilungen so rasch als möglich zu geben. Die Verkürzung der dazu erforderlichen Zeit ist aber auf zweierlei Wegen zu bewirken. Man kann sie erlangen durch stenographische Abkürzungen, d. h. durch Einführung vieler Zeichen, wo dann jeder Begriff mit wenigen derselben gegeben wird. Man kann sie aber auch erreichen durch Abkürzung der Zeit, die zum Geben eines Zeichens nöthig ist, was zweckmässiger scheint. Alle Bewegungen grosser Hebel, aus denen die Telegraphen bestehen und bestehen müssen, um weit sichtbar zu seyn, fodern, nach den Gesetzen der Dynamik, erhebliche Zeit. Man würde also wohl von dem Mechanismus der Telegraphen abgehen müssen. Mir scheint der Vorschlag, welchen Gauss, infolge seiner Erfahrungen beim Signalisiren durch Heliotropen, gemacht hat, leicht einer praktischen Ausbildung fähig. Bekanntlich ist ein Spiegel, welcher nur wenige Quatratzoll gross, auf 10 und mehr Stunden Weges mit freien Augen sichtbar ähnlich einem Sterne, wenn er so gerichtet wird, dass er dem Beobachter einen Theil des Sonnenbildes zeigt. Für diejenigen Zeiten, wo die Sonne nicht scheint (Nacht, bezogener Himmel), könnte das Erglühen des Kalks in Hydro-Oxygen-Gas funktionieren. Die Zeichen beständen in einzelnen Blicken durch Drehen oder Verdecken des Spiegels bewirkt. Es würde diese Einrichtung, deren nähere Angaben hier zu weit führen möchten, den Vortheil haben, dass man die Zeichen sehr rasch geben könnte. Man unterscheidet in der Sekunde leicht 6 einzelne Lichtblicke, die nach ihrem Verschwinden in der Erinnerung ähnliche Eindrücke lassen, wie schnell erfolgte Töne. Es könnten also wenigstens 30 Blickzeichen gegeben werden, bis ein telegraphisches bewirkt ist. Auch würde man als fernere Vortheile erlangen, dass die Fernröhre entbehrlich wären und, was noch erheblicher scheint, dass nur die auf

den Stationen befindlichen Beobachter die Zeichen überhaupt sähen. Ich gebe jedoch zu, dass diese Vortheile noch unerheblich sind im Verhältniss der unverbesserlichen Mängel.

Will man telegraphiren, ohne dass des Andern Aufmerksamkeit im Voraus gespannt ist, so muss man auf das Gehör wirken, weil dessen Eindrücke allein unausbleiblich sind, und innerhalb gewisser Weiten einen Spielraum freier Bewegung und anderweitiger Beschäftigung gestatten. Um aber leicht hörbare Zeichen hervorzubringen, ist eine mechanische Bewegung auf der andern Station nothwendig. Diese kann dann benützt werden, an eine Glocke zu schlagen etc. Es scheint aber mit nicht geringen Schwierigkeiten verknüpft, auf grosse Entfernungen hin eine Kraft zu versetzen, die nach unserm Willen bestimmte Funktionen thut; und doch giebt es mehr als eine Möglichkeit, diess zu erlangen. Der Schall, die strahlende Wärme, elektrische und galvanische Ströme können, auf bestimmte Weise benutzt, dazu dienen. Aber jede bietet in der wirklichen Ausführung wieder ihre eigenthümlichen Schwierigkeiten, jede führt ihre unvermeidlichen Mängel mit sich, so dass es zum Urtheil darüber, welche von ihnen mit dem grössten Vortheil anzuwenden ist, wohl angemessen scheint, sie näher zu vergleichen.

Am nächsten liegt die gewöhnliche Fortpflanzung des Schalls durch die Luft, gewissermassen verstärkte Stimme, durch Schallröhren etc. Allein diese Art der Signalisirung findet ihre vortheilhafte Benützung nur, wo die Distanzen klein sind. Die Schiffspfeife, die Signal-Trompete, das Feuerhorn, die Sturm-glocke sind alles solche Mittel die ihre speziellen Zwecke erfüllen, aber zum telegraphiren auf grosse Fernen nie anzuwenden sind, weil, bedeutende Verstärkung des Tons der nächsten Umgebung zu störend, hauptsächlich aber die Fortpflanzung des Schalls durch die Luft, welche bekanntlich zu einer deutschen Meile 20 Sekunden erfordert, zu langsam ist. Anders aber verhält sich die Fortpflanzung des Schalls durch das Wasser. Hier ist die Geschwindigkeit nahe 4mal grösser und also wenigstens kein absolutes Hinderniss mehr. Die Versuche, welche Beauden in Marseille, die neueren, welche Colladon und Sturm²⁾ an dem Genfersee angestellt haben, setzen es ausser Zweifel, dass man auf

2) Ann. d. Chim. et Phys. XXXV. 113. Gilb. LXXXVIII. 39.

Entfernungen von vielen Meilen hin durch das Wasser hörbare Töne fortpflanzen kann. Die Natur der Fortpflanzung des Tones ist aber solcher Art, dass man sie nicht nur hört, sondern auch durch eine eigene Vorrichtung, den Fühlhebel, als Molekular-Bewegung, nachzuweisen vermag. Es lässt sich somit statt des beschwerlichen Hörens unter Wasser eine Einrichtung machen, welche durch Erzitterung der Wassertheilchen eine vergrösserte Bewegung dieser Erzitterung wiedergibt, also die verlangte mechanische Kraft zur Hervorbringung eines Tons in der Nähe unmittelbar ist. Bei diesem hier nur angedeuteten Prinzip zu telegraphiren scheint im Verhältniss zum optischen erheblich, dass Mittheilungen unter allen Umständen möglich werden. Wenn sich daher die Fortpflanzung des Schalles durch das allenthalben vorfindliche Horizontalwasser bewährt, worüber kaum ein Zweifel besteht, und wenn also damit die lokale Beschränkung aufgehoben, so möchte dieser Gegenstand sich als einer näheren gründlichen Prüfung würdig beweisen, um so mehr als weder eine eigene Leitung zur Fortpflanzung des Schalls nöthig, noch auch eine Unterbrechung dieser Zeichen denkbar ist.

Eine fernere Möglichkeit, momentane Bewegungen ohne verbindende künstliche Leitung auf grosse Entfernungen hervorzubringen, ist durch die strahlende Wärme gegeben, wenn sie durch Sammlungsspiegel auf Thermo-Multiplikatoren geleitet, galvanische Ströme erregt, die ihrer Seits wieder magnetische Ablenkungen hervorbringen. Die Schwierigkeiten, welche die Herstellung solcher Apparate herbeiführen mag, sind, wenn gleich erheblich, doch löslicher Natur. Aber ein solcher Telegraph würde vor den optischen nur das voraus haben, dass er der beständigen Aufmerksamkeit des Beobachters nicht bedarf. Er würde aber, wie der optische, durch Nebel und dergl. unwirksam werden, und also einen wesentlichen Mangel mit jenem theilen, wesshalb dieses Prinzip wohl nicht mit andern die Konkurrenz bestehen kann.

Die 3 angeführten Prinzipien durch Licht, durch strahlende Wärme und durch Fortpflanzung des Schalls zu telegraphiren haben das gemeinsam, dass sie zwischen den Stationen keiner besondern Verbindung bedürfen. Die Luft, das Wasser, das Erdreich, bilden die natürlichen Träger der erregten oder benützten Zustände, durch welche Mittheilungen geschehen. Dieser wesentliche Umstand unterscheidet sie vorthellhaft von andern Möglichkeiten, die wir jetzt näher erörtern wollen.

Die Geschwindigkeit womit sich die Reibungselektrizität an Metalleitungen hin fortbewegt, hat schon im verflossenen Jahrhundert den Gedanken erweckt, sie zum telegraphiren zu benützen. Winkler ³⁾ hat zu Leipzig im Jahr 1746 die Entladung mehrerer Leidner Flaschen durch einen Draht von beträchtlicher Länge vorgenommen, bei welchem die Pleisse einen Theil der Verbindung herstellte. Le Monnier ⁴⁾ in Paris brachte Erschütterungen durch eine Drahtlänge von 12000 Fuss hervor. Watson ⁵⁾ in London dehnte den Versuch der Entladung auf eine Strecke von 4 engl. Meilen aus, wo 2 Meilen Draht und 2 Meilen trockenes Erdreich die Kette bildeten. Lomond ⁶⁾ gab durch Einwirkung der Reibungselektrizität auf ein Elektrometer mit Hollundermark-Kügelchen telegraphische Zeichen nach einem benachbarten Zimmer. Reiser ⁷⁾ erleuchtet durch den elektrischen Funken mit Staniolstreifen gezogene Buchstaben auf Glasplatten. Gauss ⁸⁾ erwähnt einer Mittheilung von Humboldt, nach welcher Bétancourt im Jahr 1798 eine Drahtkette von Aranjuez nach Madrid gezogen, durch welche die Entladung einer Leidner-Flasche vorgenommen wurde, was als telegraphisches Signal dienen sollte.

Alle diese Experimente lassen keinen Zweifel darüber, dass man durch die Reibungs-Elektrizität auf beliebig grosse Entfernungen hin Zeichen geben kann, die, gut geordnet, zur bequemen Telegraphie führen.

Die Reibungs-Elektrizität hat noch, wie schon Gauss bemerkt, den grossen Vortheil, dass durch Vermehrung der Länge der Leitungskette keine Verminderung der elektrischen Kraft entsteht, weil alle Elektrizität der einen Belegung der Flasche durch die ganze Länge des Drahtes, wie gross auch diese immer sein mag, hindurch gehen muss, um sich mit jener der andern Belegung auszugleichen.

Die Versuche, welche Wheatstone mittelst eines sehr schnell rotirenden Spiegels anstellte, um die Geschwindigkeit zu messen, mit welcher sich der

3) Priestley's Geschichte der Electr. p. 59.

4) Ph. Tr. Vol. XLIV. P. 1. p. 290.

5) Ph. Tr. Vol. XLV. for 1748.

6) Gauss u. Weber, Resultate des magnet. Vereins. 2r Bd. p. 14.

7) Young's Travels in France 1784. Vol. 1. p. 79.

8) Voigt's Magazin Bd. 9. Stück 1.

elektrische Funke längs kupferner Leiter hin bewegt, haben ergeben, dass er 288000 ⁹⁾ Meilen in einer Zeitsekunde zurücklegt, welche Geschwindigkeit grösser ist als die des Lichts ¹⁰⁾ der Jupiters - Trabanten. Für diesen Maasstab verschwinden alle Entfernungen auf unserer Erde, und wir sehen sonach in der Elektrizität den momentanen Träger des Gedankens auf jede Weite und unter allen Umständen. Indessen ist die Herstellung eines Telegraphen basirt auf diess Prinzip nicht ohne einige Schwierigkeit. Francis Ronalds hat im Jahr 1816 zu London einen solchen konstruirt und im Jahr 1823 beschrieben ¹¹⁾, bei welchem auf den beiden Stationen Uhren in gleichzeitige Bewegung gesetzt werden, die statt eines Zeigers dünne Zifferblätter tragen, auf deren Umfang 20 verschiedene Zeichen stehen. Im Augenblick, wo das betreffende Zeichen vor den Index rückt, wird der Funken durch Elektrometer entladen, und gibt somit auch auf der andern Station dasselbe Zeichen an der dortigen Uhr zu erkennen. Der Uebelstand, dass man jedesmal eine ganze Drehung der Scheibe abwarten muss, bis wieder ein Zeichen gegeben werden kann, macht die Sache natürlich unpraktisch. Anwendbarer wäre der alte Vorschlag von Cavallo ¹²⁾, das blosses Ueberspringen des Funkens zum Zeichen zu wählen, wenn derselbe gehörig modifizirt würde. Man müsste wohl, um die Zeichen möglichst rasch zu geben und die Vorrichtung einfach herzustellen, bei dem Entladungsfunken, einer kleinen Franklin'schen Tafel bleiben. Der Schall, welchen der überspringende Funke überall hervorbringt, wo der Leitungsdraht auf kleinen Abstand getrennt ist, würde ein unzweideutiges Signalzeichen abgeben das, wie wir es als Grundbedingung bequemer Telegraphie früher ausgesprochen haben, unmittelbar auf das Gehör wirkt. Um in kleinen Zwischenzeiten stets neue Ladungen herbeizuführen, würde eine Reibungsmaschine von mässigen Dimensionen ausreichen. Schwerer möchte es seyn, die Veränderlichkeit der elektrischen Erregbarkeit und der hygrometrisch verschiedenen Zustände der Atmosphäre zu beseitigen. Doch sind die Schwierigkeiten zu überwinden und es ist durchaus nicht entschieden, ob sich nicht bei gründlicher Behandlung des Gegenstandes Einrichtungen ergeben sollten, die durch ihre Einfachheit mit jedem andern Princip rivalisiren können, besonders

9) Ph. Tr. V. 1834. p. 595. Pogg. Ann. Bd. 34. p. 464.

10) In der Sekunde 191000 Meilen.

11) Descriptions of an electrical telegraph by Francis Ronalds. London 1823.

12) Dessen complete treatise en Electricity.

dann, wenn der angeführte Winkler'sche wichtige Erfahrungssatz gehörig benützt würde.

Allein die neuere Zeit hat eine eigens modifizierte Art von Elektrizität erst kennen gelehrt, die, in wundervoller Wechselwirkung mit anderen Naturkräften stehend, in ihrer Anwendung auf das Problem durch elektrische Kräfte zu telegraphiren auf den ersten Blick wesentliche Vorthelle bietet. Es sind diess die galvanischen Kräfte.

Schon im Jahre 1807 stellte Sömmering dahier in München im Gebäude der k. Akademie einen galvanischen Telegraphen her, welchen er in den Münchner Denkschriften ¹³⁾ beschrieb. Er benützte die Wirkungen einer kräftigen Volta'schen Säule, um Wasserzersetzungen in 35 kleinen Fläschchen, welche mit Buchstaben und Zahlen bezeichnet waren, durch lange isolirte Drähte hervorzu- bringen. Das Aufsteigen der Luftbläschen des zersetzten Wassers sollte die telegraphischen Zeichen ausmachen. Man darf nicht vergessen, dass unsre Kenntnisse der Wirkungen des galvanischen Stromes damals noch sehr beschränkt waren. Erst die Entdeckungen Oerstedt's im Jahre 1819, welche darthaten, dass eine Magnetnadel durch galvanische Ströme abgelenkt werden kann, hat hierin ein neues Feld der Anwendung für Telegraphie eröffnet. Dahin gehören die Andeutungen eines galvanischen Telegraphen, welche Fechner in seinem Lehrbuch ¹⁴⁾ des Galvanismus gegeben hat, so wie die Ampère'sche Idee eines elektromagnetischen Telegraphen, welche von Ritchie im Kleinen ausgeführt wurde ¹⁵⁾. Allein Ampère entfernte sich so sehr von dem Prinzip der edlen Einfachheit, dass er über 60 Drahtleitungen zu seinem Telegraphen nöthig gehabt hätte. Eben so scheint die Einrichtung des von Davy ¹⁶⁾ in Vorschlag gebrachten Telegraphen, bei dem durch Wegnahme von Schirmen vor erleuchteten Buchstaben diese sichtbar gemacht werden, viel zu umständlich. Die Versuche, welche Schilling ¹⁷⁾ durch Ablenkung einer einzigen Magnetnadel anstellte, schienen weit geeigneter; doch ist es ihm nicht gelungen, die mechanischen Schwierigkeiten zu beseitigen,

13) Münchner Denkschr. d. K. Akad. d. W. für 1809—1810. Math. phys. Classe p. 401.

14) 1829. p. 269.

15) Froriep's Not. B. XXVII. Nr. 6. p. 86.

16) Mech. Mag. No. 754. p. 261. No. 756. p. 296. No. 758. p. 327.

17) S. allgem. Bauzeitung 1837 No. 52. p. 440.

welche die Aufgabe in dieser Form darbot. Die später erfolgte Entdeckung Faraday's, nach welcher die Erzeugung galvanischer Ströme auf blosse Bewegung von Multiplikatoren gegen ruhende Magnete zurückgeführt wird, vereinfachte das Problem sehr wesentlich, indem es die Volta'sche Säule entbehrlich machte.

Gauss und Weber¹⁸⁾ gehört das Verdienst, im Jahre 1833 den ersten vereinfachten galvano-magnetischen Telegraphen wirklich hergestellt zu haben. Gauss benützte zuerst die Induktion als Erregung, und zeigte, dass man mit wenig Zeichen, aber deren Kombinationen ausreicht, Mittheilungen zu machen. Sehr wichtig war die Erfahrung, dass eine Kupferdrahtkette von 7000 Fuss, welche Weber von der Sternwarte nach dem physikalischen Kabinete über die Häuser und Thürme von Göttingen ziehen liess, keiner besondern Isolirung bedurfte. Damit war eigentlich im Prinzip schon alles gegeben, was die Möglichkeit bedingte, den galvanischen Telegraphen auf die bequemste Form zu bringen. Es bedurfte nur einer, dem Zwecke angemessenen Art der Induktion oder Erregung des Stroms, die ohne besondere Kommutation über die Richtung disponiren lässt. Es war, unsern früher ausgesprochenen Bedingungen gemäss, nur noch ferner erforderlich, die Zeichen auf den Gehörsinn überzutragen, was um so leichter schien, als ja dem Prinzip nach eine mechanische Bewegung, die Ablenkung des Magnetstabes, schon gegeben war, und es sich also nur darum handelte, durch diese Bewegung die gefoderten Funktionen, Anschlagen an Glocken oder Fixiren von Punkten zu bewirken. Diese Aufgabe gehört also in das Gebiet der Mechanik, und lässt sich natürlich auch auf mehr als eine Weise lösen. Was ich daher zu dem Gauss'schen Telegraphen noch beigetragen habe, um ihm die jetzige Form zu geben, besteht im Grunde nur darin, dass ich seine Mängel erkannte, ihn verglich mit den früher als Ideal aufgestellten Anforderungen, und demgemäss Abänderungen traf. Ich bin aber weit entfernt, die gewählten Konstruktionen für die geeignetsten zu halten. Indessen erfüllen sie ihren Zweck, und mögen also so lange immerhin beibehalten werden, als es nicht gelingt, einfachere zu finden.

Als Induktor oder Krafterreger wählte ich einen Rotationsapparat, im Ganzen dem von Clarke ähnlich, wo jedoch die Multiplikatoren dem gegebenen

18) S. Göttinger gel. Anz. 1834 p. 1273 und Schumacher's Jahrbuch 1837 p. 38.

Zwecke gemäss aus sehr vielen Umwindungen dünnen isolirten Kupferdrahtes bestehen, so dass die Beifügung eines dickeren Schliessungsdrahtes, wenn seine Länge auch viele Meilen beträgt, den Widerstand nur um einen kleinen Theil vermehrt. Von der erregten galvanischen Wirkung, die während eines halben Umganges des rotirenden doppelten Multiplikators entsteht, wurde nur ein kleiner Theil des maximums der Kraft benützt, damit die Dauer des Stroms nur sehr kurz war, und also eine, gewissermassen momentane Ablenkung bei den zum Zeichengeben bestimmten kleinen Magnetstäbchen bewirken musste. Um die Bewegung dieser Zeichengeber möglichst zu verstärken, sind sie von starken Multiplikatoren umgeben. Von ihnen getrennte kleine Magnete sind in ihrer Nähe in solche Lagen gebracht, dass sie die Zeichengeber nach erfolgtem Induktionsstoss, also nach vollbrachter Ablenkung, momentan wieder in die ursprüngliche Lage zurück führen. So ist es möglich, sehr rasch hinter einander Zeichen zu wiederholen. Derselbe Zeichengeber kann in einer Zeitsekunde bequem 5 Ablenkungen machen, die ganz so rasch wie Hammerschläge einer Uhr erfolgen. Stellt man also in die Schlagweite dieser Zeichengeber eine Glocke, so wird diese so oft ertönen, als der Zeichengeber abgelenkt wird, und da es ganz gleichgültig ist, an welcher Stelle des Schliessungsdrahtes oder der sogenannten Kette der Multiplikator dieses Zeichengebers eingeschaltet wird, so hat man das durch die Induktion erregte Zeichen der Möglichkeit nach in allen Punkten, wo die Kette vorüber führt. Will man, dass der Zeichengeber, anstatt Töne hervorzubringen, schreibe, so braucht man nur seinen kleinen Magnetstab an dem einen Ende mit einem Gefäss mit schwarzer Farbe angefüllt zu versehen, welches Gefässchen in eine Capillar-Röhre ausläuft, und statt des Schlags auf die Glocke jetzt einen schwarzen Punkt auf eine vorgehaltene Fläche druckt. Sollen diese Punkte eine Schrift bilden, so muss die Fläche sich mit gleichförmiger Geschwindigkeit vor diesem Punkte druckenden Zeichengeber vorüber bewegen, was durch einen endlosen Papierstreif, der durch Uhrwerk von einem Cylinder auf den andern abgewickelt wird, leicht zu erreichen ist. Diess ist im Wesentlichen die Einrichtung des hiesigen Telegraphen, dessen hier folgende nähere Beschreibung wir um so mehr überschlagen zu dürfen glauben, als sie nachgelesen werden kann. (Siehe Beilage.)

Was nun die Benützung dieses Telegraphen betrifft, so entspricht sie wohl allen billigen Anforderungen. Die Erregung des Stroms zu jeder Zeit gleich

ausführbar, besteht nur in einer halben Umdrehung des Induktors. Die durch die Glocken, bei Dem der Zeichen gibt, und auf den andern Stationen erregten Töne werden durch Uebung zur Sprache; wenn sie aber dennoch überhört oder missverstanden werden, findet sich die Nachricht gleichzeitig niedergeschrieben vor. Diess kann von einem geschlossenen Zimmer aus, ohne dass Jemand ausser den Berufenen darum weiss, auf jede Entfernung hin bei Nacht und Nebel ohne messbaren Zeitverlust geschehen. Mit andern Worten, die Beiden, welche mit einander telegraphiren, sprechen sich in der verabredeten Sprache, als stünde Einer dem Andern gegenüber, wenn sie gleich meilengrosse Ferne trennt. Die Leistung also lässt billigerweise nichts zu wünschen mehr.

Aber wir dürfen nicht verkennen, dass die Herstellung der Bedingungen, unter welchen diese Leistung eintritt, noch mit einer Schwierigkeit zu kämpfen hat. Es ist diess die Verbindungskette zwischen den Stationspunkten.

Wir haben schon früher erwähnt, dass Ampère über 60 solcher Verbindungsketten bedurfte, während Sömmering mit einigen 30 ausreichte. Wheatstone und Cooke ¹⁹⁾ verminderte deren Zahl auf 5, Gauss und vermuthlich nach ihm Schilling, so wie Morse ²⁰⁾ in New-York bedurften nur einer einzigen Kette, die hin- und zurückführt. Man hätte glauben sollen, diess wäre die letzte Gränze der Vereinfachung; und dennoch ist es nicht der Fall. Ich habe gefunden, dass man noch die Hälfte dieser Kette entbehren kann, indem unter gewissen Bedingungen der Erdboden die andere Hälfte ersetzt. Es ist der Theorie nach bekannt, dass die Leitungsfähigkeit des Erdreichs und des Wassers sehr gering ist im Verhältnisse zu der der Metalle, namentlich des Kupfers. Man scheint aber bisher nicht beachtet zu haben, dass man auch aus Wasser oder aus sonst einem sogenannten Halbleiter einen vollkommen guten Kondaktor

19) S. La France industrielle 1838. April 5. p. 3.

20) Mech. Mag. No. 757. p. 332. et Silliman's American Journal für Oktober 1837. Einem gutachtlichen Berichte des Ausschusses des „Franklin Instituts“ Pennsylvaniens aus Philadelphia vom 8. Februar 1838 zufolge, beruht Morse's Telegraph auf der Wirkung einer hydrogalvanischen Säule von 60 Plattenpaaren, welche ein weiches Hufeisen durch Schliessen der Kette zum Electromagneten umgestaltet. In diesem Momente wird an den Magnet ein Anker angedrückt, dessen Verlängerung in Hebelform die mechanische Kraft ausübt, die nöthig ist, um eine Alarnglocke zu läuten und eine Schrift auf bewegtes Papier mit Strichen aufzutragen.

machen kann. Dazu ist blos erforderlich, dass seine Durchschnittsfläche gegen die des Metalles um so vielmal grösser sey, als seine Leitungsfähigkeit geringer ist. In diesem Falle wird dann der Widerstand, welchen der Halbleiter bietet, gleich seyn dem des vollkommenen Leiters. Da man aber über beliebig grosse Erdmassen als Leiter disponiren kann, wenn man nur die Enden des Drahtes mit hinreichend grossen Berührungsflächen versieht, so ist klar, dass man auch den Widerstand im Erdreiche oder im Wasser beliebig klein machen kann. Ja man ist im Stande zu bewirken, dass dieser Widerstand verschwindend klein wird gegen den, welchen die Metallleitung selbst bietet, so dass also nicht nur die halbe Kette erspart ist, sondern auch der Widerstand, den sie bei gegebenen Dimensionen leistet, auf die Hälfte zurückgeführt wird. Diese, für die Herstellung galvanischer Telegraphen unläugbar wichtige Thatsache, hat eine abermalige Aehnlichkeit im Verhalten der galvanischen und elektrischen Kräfte herbeigeführt. Man wusste schon seit Winkler's Versuchen in Leipzig, dass der Erdboden einen Theil des Entladungsdrahtes für Reibungs-Elektrizität abgeben kann. Man weiss diess jetzt auch für galvanische Ströme.

Es schien von besonderem Interesse, zu untersuchen, nach welchen Gesetzen der Vertheilung der galvanische Strom das Erdreich beim Durchgange erregt; denn dieses ist eine unbegrenzte Masse. Die galvanische Erregung muss also nicht nur die zwischen den zwei Enden des Drahtes befindlichen Erdtheile treffen, sondern sich in's Unbegrenzte hinaus erstrecken, und nur von dem Gesetze, in welchem die Erregung des Bodens zum Abstand von den erregenden Draht-Enden steht, hieng es jetzt ab, ob man überhaupt einer Verbindungskette zum Telegraphiren bedarf. Ich kann hier nur kurz anführen, dass ich Mittel gefunden habe, dieses Gesetz aus der Erscheinung durch Versuche abzuleiten. Es ergibt sich, dass die Erregung rasch abnimmt, wenn die Abstände von den erregenden Drahtenden wachsen. Man kann zwar Apparate machen, wo der Induktor, metallisch völlig getrennt von einem Multiplikator, einzig allein durch die Erregung des Erdbodens in dem Multiplikator Ströme erzeugt, die sichtbare Ablenkungen bewirken; eine Erscheinung, die neu ist und zu den wundervollsten im Gebiete der Wissenschaft gehört; aber diess gilt nur für kleine Abstände. Wir müssen es der Zukunft überlassen, ob es je gelingen wird, auf grosse Distanzen hin ganz ohne metallische Verbindung zu telegraphiren. Für kleinere Entfernungen bis zu 50 Fuss habe ich die Möglichkeit durch Versuche nachge-

wiesen. Für grosse Abstände ist es bloss denkbar durch Vermehrung der galvanischen Induktionskräfte oder durch besondere dem Zweck entsprechende Multiplikators-Konstruktionen oder endlich durch Erweiterung der Berührungsflächen der Multiplikators-Enden. Jedenfalls aber dürfte diese Erscheinung einer besondern Aufmerksamkeit würdig seyn, und vielleicht nicht ohne Einfluss auf die theoretische Ansicht der galvanischen Erscheinungen bleiben.

Fassen wir jetzt nochmals mit wenig Worten zusammen, was sich aus dem Angeführten über Telegraphie ergibt, so sehen wir, dass, so wie die Einrichtungen jetzt bestehen, mit dem galvanischen Telegraphen kein anderes Prinzip konkurriren kann; dass er aber, wegen der erforderlichen metallischen Verbindung, obschon diese sehr vereinfacht, noch immer schwierig herzustellen ist, überhaupt nur da hergestellt werden kann, wo beständige Aufsicht, wie z. B. bei Eisenbahnen, die Leitung schützt. Für sehr grosse Entfernungen ohne Zwischenstationen wird galvanische oder elektrische Erregung ihrer Geschwindigkeit wegen immer das vortheilhafteste Prinzip bleiben; für kleinere Entfernungen aber ist es noch unentschieden, ob nicht auf einem der von uns bezeichneten Wege in so ferne zweckmässigere Einrichtungen herbeigeführt werden können, als sie ohne verbindende Leitung herzustellen sind.

B e i l a g e.

Beschreibung und Abbildung
des
galvano-magnetischen Telegraphen zwischen München
und Bogenhausen,
errichtet im Jahre 1837
von
Prof. Steinheil.

Nebst zwei Steindrucktafeln.

Der Telegraph besteht aus drei wesentlichen Theilen: 1. Einer metallenen Verbindung zwischen den Stationen, 2. dem Apparat zur Erzeugung des galvanischen Stromes und 3. dem Zeichengeber.

1. Verbindungskette.

Man muss sich die sogenannte Verbindungskette als einen sehr verlängerten Schliessungsdraht der Volta'schen Säule denken. Was von diesem gilt, gilt auch von ihr. Bei demselben Metall und gleicher Dicke erleidet der galvanische Strom einen der Länge proportionalen Widerstand. Dieser ist aber bei derselben Länge und demselben Metall um so kleiner, je grösser die Dicke des Metalls ist, und zwar umgekehrt der Durchschnittsfläche proportional. Die Leitungsfähigkeit der Metalle ist aber sehr verschieden. Nach Fechner's Messungen leitet Kupfer z. B. sechsmal besser als Eisen, viermal besser als Messing. Die Leitungsfähigkeit von Blei ist noch geringer, so dass also die einzigen Metalle, welche bei technischer Anwendung mit Vortheil in Konkurrenz treten können, Kupfer und Eisen sind. Indem nun der Preis von Eisen nahezu sechsmal geringer als der des Kupfers ist, man aber eine Leitung von Eisen sechsmal schwerer bei derselben Länge machen müsste als eine Kupferleitung, damit beide gleichen Widerstand leisten, so ist es in finanzieller Beziehung gleichgültig, welches dieser Metalle man wählt. Kupfer scheint vortheilhafter, weil es in der Luft weniger der Oxydation ausgesetzt ist als Eisen. Man kann aber auch letzteres durch einfache Mittel (galvanisiren) schützen. Ja es scheint die blosse Benützung einer Eisenleitung beim Telegraphiren durch galvanische Kräfte ausreichend, sie vor Rost zu schützen, wie sich an einem Theile der hiesigen Leitung, die fast schon ein Jahr aller Witterung ausgesetzt, ergeben hat.

Wenn der galvanische Strom die ganze Leitungskette mit gleicher Erregungskraft passieren soll, so darf der Draht sich selbst nirgends berühren. Er darf aber auch nicht in vieler

Berührung mit Halbleitern stehen, weil sich sonst durch diese ein Theil der erregten Kraft den nächsten Weg bahnt, und also die entferntesten Stellen Kraftverlust erleiden.

Vielfache Versuche, die Drähte zu isoliren und unter dem Boden fort zu leiten, haben bei mir die Ueberzeugung begründet, dass diess auf grosse Entfernungen unausführbar ist, weil unsere besten Isolatoren doch immer nur sehr schlechte Leiter sind. Wenn aber bei sehr grosser Länge ihre Berührungsfläche mit dem sogenannten Isolator gegen die Durchschnittsfläche der Metalleitung ungemein gross wird, so entsteht ein nothwendiger allmählicher Kraftverlust, indem die Hin- und Zurückleitung in Zwischenpunkten, wenn auch nur wenig, kommuniziret. Man darf nicht glauben, dass diesem Uebelstande auszuweichen ist, durch grosse Abstände der Hin- und Zurückleitung von einander. Dieser Abstand ist, wie wir später zeigen werden, fast gleichgültig. Da es also wohl nicht gelingen wird, gehörig isolirte Leitungen im Innern des stets feuchten Erdreichs herzustellen, so bleibt nur eine Möglichkeit, nämlich: sie durch die Luft zu führen. Hier muss zwar die Leitung von Distanz zu Distanz unterstützt werden, sie ist böswilliger Beschädigung ausgesetzt, und kann von anhängendem Eis und starken Stürmen beschädigt werden. Da aber keine andere Möglichkeit gegeben ist, so muss man suchen, diesen allerdings erheblichen Uebelständen durch passende Anordnungen möglichst entgegen zu wirken.

Die Leitungskette des hiesigen Telegraphen besteht aus 3 Theilen. Der eine führt von der k. Akademie nach der k. Sternwarte zu Bogenhausen und zurück, dessen Drahtlänge ist 30500 Pariser Fuss. Der dazu verwendete Kupferdraht wiegt 210 Pfund. Beide Drähte (hin und zurück) sind in Abständen zwischen 3 und 10 Fuss über die Thürme der Stadt hin gespannt. Die grössten Längen von Unterstützungspunkt zu Unterstützungspunkt betragen 1200 Fuss. Diess ist für einfachen Draht unstreitig viel zu gross, weil anhängendes Eis das Gewicht des Drahtes selbst bedeutend vermehrt, ihm auch eine viel grössere Durchschnittsfläche giebt, so dass alsdann Stürme ihn zu zerreißen vermögen. Ueber Strecken, wo keine hohen Gebäude vorhanden sind, wurde die Drahtleitung durch Flossbäume unterstützt, die 5 Fuss tief eingegraben, zwischen 40 und 50 Fuss hoch, auf einem oben befestigten Querholz den Draht tragen. An den Auflegungspunkten ist nur Filz untergelegt, und der Draht zur Befestigung um das Holz geschlungen. Die Abstände je zweier Bäume betragen zwischen 600 und 800 Fuss, was ebenfalls noch zu viel ist, weil, wie die Erfahrung zeigte, sich die Drähte durch Stürme etc. bedeutend dehnten, und mehrmals gespannt werden mussten ¹⁾.

1) Alle diese Uebelstände sind zu vermeiden, wenn man die Leitung nicht aus einfachem Draht, sondern aus wenigstens dreifach zusammengewundenem bildet, und etwa von 300 Schuh zu 300 Schuh

Die auf solche Art geführte Leitung ist keineswegs vollkommen isolirt. Wenn die Kette z. B. in Bogenhausen geöffnet wird, so sollte ein in München bewirkter Induktionsstoss durchaus keine galvanische Erregung in den jetzt getrennten Theilen der Kette hervorbringen. Das Gauss'sche Galvanometer zeigt aber auch dann noch einen schwachen Strom an; ja es haben Messungen ergeben, dass dieser Strom proportional wächst mit dem Abstände der Trennungsstelle von dem Induktor. Die absolute Grösse dieses Stroms ist nicht konstant. Im Allgemeinen wächst sie mit der Feuchtigkeit. Bei heftigen Regengüssen ist sie wohl fünfmal grösser als bei andauernd trockenem Wetter. Auf kleine Entfernungen von einigen Meilen hat nun allerdings dieser geringe Verlust keinen erheblichen Einfluss, um so mehr, als man durch die Konstruktion des Induktors über fast beliebig grosse galvanische Kräfte disponiren kann. Er würde aber auf Entfernungen von 50 Meilen den grössten Theil der Wirkung aufheben. Desshalb müsste für solche Fälle weit grössere Vorsicht an den Unterstützungspunkten der Drahtleitung beobachtet werden.

Wenn sich Gewitter bilden, so sammelt sich auf dieser halb isolirten Leitung, wie auf einem Konduktor, Elektrizität der Luft. Diese stört jedoch den Durchgang galvanischer Ströme in keiner Art²⁾.

In der neuesten Zeit habe ich gefunden, dass man das Erdreich als die eine Hälfte der Leitungskette benutzen kann. So wie bei der Elektrizität, kann auch bei galvanischen Kräften Wasser oder Erdreich einen Theil des Schliessungsdrahtes bilden. Wegen der geringen Leitungsfähigkeit dieser Stoffe gegen Metalle ist jedoch erforderlich, dass an beiden Stellen, wo die Metallleitung den Halbleiter berührt, diese Berührungsfläche sehr vergrössert werde.

unterstützt, dabei spannt mit einer Kraft, die nicht über $\frac{1}{3}$ der Tragkraft geht. Diess war jedoch bei dem hiesigen Probetelegraphen, aus Gründen die nicht weiter entwickelt werden können, nicht ausführbar.

- 2) Hier muss ich eines Vorfalles erwähnen, der für die Zukunft Vorsicht gebietet. Während eines heftigen Blitzes am 7. Juli 1838 durchzuckte in demselben Augenblicke ein sehr starker elektrischer Funke die ganze Leitungskette. An dem Zeichengeber, welcher in meinem Zimmer angebracht ist, erfolgte in dem Augenblick ein Knall, wie der einer Peitsche. Zugleich ertönte die tiefe Glocke des Zeichengebers, durch Ablenkung der Nadel so heftig angeschlagen, dass die Drehungsspitzen des Magnetstäbchens Schaden litten. Die nämliche Erscheinung wurde auf einer andern Station bemerkt. Da die ablenkende Kraft der Reibungs-Elektricität auf Magnete sehr gering ist, so deutet dieser Fall auf bedeutende Elektrizitätsmengen hin. Diese Erscheinung kann nur dadurch entstanden seyn, dass in diesem Augenblicke Elektrizität des Bodens sich den Weg zu der in der Kette gesammelten bahnte. Ob diess geschehen ist durch in der Nähe befindliche Blitzableiter oder durch die nicht völlige Isolirung der Unterstützungspunkte, kann nicht wohl entschieden werden.

Wenn z. B. Wasser 2 Millionenmal weniger leitet als Kupfer, so muss eine so vielmal grössere Wasserfläche in Berührung mit Kupfer gebracht werden, damit der galvanische Strom gleichen Widerstand im Wasser und Metall von gleicher Länge finde. Beträgt z. B. der Durchschnitt eines Kupferdrahtes 0,5 □ Linien, so wird ein Kupferblech von 61 □ Fuss Fläche erfordert, um durch den Boden den galvanischen Strom eben so fortzuleiten, wie ihn dieser Draht leiten würde. Da die Dicke des Metalles hier gar nicht in Betracht kömmt, so wird die Herstellung der erforderlichen Berührungsflächen immer ohne bedeutende Kosten zu erlangen seyn. Man erspart dadurch aber nicht nur die Hälfte der Leitung, sondern kann auch den Widerstand im Erdreiche selbst kleiner als in der Metallleitung machen. Versuche an dem hiesigen Probe-Telegraphen haben diess völlig bestätigt.

Ein zweiter Theil der Leitungskette führt von der k. Akademie nach meiner Wohnung und Sternwarte in der Lerchenstrasse. Diese Leitung besteht aus Eisendraht, der hin und zurück 6000 Fuss lang ist, und auf dieselbe Weise über Thürme und hohe Gebäude gespannt wurde. Ein dritter Theil der Kette endlich führt im Innern des Gebäudes der k. Akademie nach der mechanischen Werksätte des physikalischen Kabinetes, und ist ein 1000 Schuh langer dünner Kupferdraht, fortgeführt in den Fugen des Fussbodens, zum Theil eingemauert. Diese drei Theile zusammen bilden eine in sich selbst geschlossene Linie, in welche dann die Apparate zur Erzeugung des galvanischen Stromes und die Zeichengeber eingeschaltet sind.

2. Apparat zur Erzeugung des galvanischen Stroms.

Der Hydrogalvanismus oder der durch die Volta'sche Säule erzeugte galvanische Strom ist nicht wohl geeignet, sehr lange Schliessungsdrähte zu durchlaufen, weil der Widerstand in der Säule, selbst wenn mehrere hundert Plattenpaare angewendet würden, immer noch klein wäre gegen den Widerstand in der Leitungskette selbst. Was aber hauptsächlich gegen Anwendung der Säulen oder Trogapparate spricht, ist die Variabilität in ihrer Stärke und der Umstand, dass sie nach kurzer Zeit ganz unwirksam sind, also wieder neu aufgebaut werden müssen. Auch der sehr sinnreiche Telegraph von Morse unterliegt diesem Uebelstande. Alles diess hört auf, wenn man nach Faraday's wichtiger Entdeckung den Strom durch Induktion, d. h. durch Bewegung von Magneten gegen Metallleitungen erzeugt. Es ist jedoch vortheilhafter, nicht die Magnete selbst zu bewegen, wie es Pixii bei seinem elektro-magnetischen Apparate thut, sondern die Multiplikatoren zu drehen gegen feststehende Magnete. Im Ganzen ist die Konstruktion von Clarke mit einigen Modifikationen hier angewendet worden. Wir dürfen bei unsern Lesern die Kenntniss des Apparates im Allgemeinen voraussetzen, und führen also hier nur an, wie er dem Zweck der Telegraphie angepasst wurde.

Der Magnet ist aus 17 Hufeisen von gehärtetem Stahl kombinirt. Er wiegt mit der Armirung von Eisen circa 60 Pfund, und besitzt eine Tragkraft von beinahe 300 Pfund. Zwischen den Schenkeln dieses Magnetes ist ein Metallstück befestigt, was in seiner Mitte eine mit Correktionsschrauben versehene Pfanne trägt, die der Axe der Multiplikatorsrollen als Stütze dient. Die Multiplikatorsrollen haben zusammen 15000 Drahtumwindungen. Der Kupferdraht, von dem 1 Mètre 1053 Milligrammen wiegt, ist doppelt mit Seide übersponnen. Dessen beide Enden sind isolirt im Innern der vertikalen Drehungsaxe des Multiplikators hinaufgeführt, und enden dann in 2 hackenformigen Stücken, wie aus Fig. 8 und 9 Tab. II zu ersehen ist. Um die Isolirung sicher herzustellen, wurde die Vertikalaxe Fig. 8 hohl ausgebohrt. In dieses Bohrloch kamen, von oben hereingeschoben, 2 halbcylindrische Kupferlamellen, die durch zwischengeleimten Taffet von einander getrennt, durch Umwicklung mit Taffet aber von der metallenen Axe isolirt sind. In jeden dieser Metallstreifen ist oben und unten ein Gewindloch geschnitten, und es sind in die unteren Löcher kleine Metallzapfen eingeschraubt, an welche die Enden des Multiplikatordrahtes fest gelöthet wurden. In die oberen Gewindlöcher aber sind, wie Fig. 9 und 10 Tab. II deutlich zeigt, eiserne Hacken eingeschraubt. Diese Hacken bilden also die Enden des Multiplikatordrahtes der Induktionsrollen. Sie greifen hier, Fig. 15, in halbkreisförmige Quecksilbernäpfe, die durch Holz von einander getrennt sind. Von den Quecksilbernäpfen gehen Leitungen, J. J. Fig. 8. und 13 Tab. II, nach den Ketten, so dass diese als ein eingeschalteter Theil der Leitungskette zu betrachten sind. Das Quecksilber steht in den halbkreisförmigen Gefässen, vermöge seiner Capillarität, höher als die Zwischenwände, so dass die Endhacken der Multiplikatorstränge, bei Drehung um ihre Axe, über die Zwischenwände hinweg gehen. Man sieht, dass nach einem halben Umgange des Multiplikators die Endhacken die Quecksilbernäpfe wechseln, wodurch bewirkt ist, dass der galvanische Strom, so lange man den Multiplikator in Einem Sinne herum dreht, dasselbe Zeichen behält, aber ändert mit der Richtung, in welcher man den Multiplikator dreht. Diese Kommutation, die sich übrigens auch ohne Quecksilber durch Berührung federnder Kupferstücke herstellen liesse, ist dem Zwecke vollkommen entsprechend. Wir müssen jedoch noch zwei besonderer Einrichtungen erwähnen. Der erzeugte galvanische Strom soll, wie aus der Natur der Zeichengeber später erhellt, nur eine möglichst kurze Zeit hindurch wirken, aber während dieser Zeit sehr intensiv seyn. Es greifen daher die Endhacken des Multiplikatordrahtes nur an derjenigen Stelle, wo die erregte Kraft am grössten ist, ein in Ausbeugungen der Quecksilbergefässe nach innen, Fig. 13, 14, 15. Fig. 15 Tab. II zeigt die Lage des Induktors, bei welcher gerade die Endhacken in die Gefässe eingreifen. In allen übrigen Lagen des Induktors aber soll dieser von der Kette ausgeschlossen seyn, damit die Zeichen der andern Stationen nicht durch den Multiplikatorsdraht desselben gegeben werden müssen. Es ist diess um so wesentlicher, je grösser

der Widerstand im Induktor ist. Um also für alle anderen Lagen, als die in Fig. 15 Tab. II dargestellte, den Induktor auszuschliessen, ist über die Rotationsaxe des Induktors ein hölzerner Ring, Fig. 11 und 12 Tab. 2, geschoben. Dieser Ring ist umgeben von einem kupfernen Reife, und in den Reif sind wieder 2 eiserne Hacken eingeschraubt. Diese Hacken tauchen, wie Fig. 14 zeigt, in die halbkreisförmigen Quecksilbernäpfe. In dem Augenblicke aber, wo sie über die hölzerne Zwischenwand hinweg gehen, tauchen die Induktorshacken, welche mit ihnen einen Winkel von 90 Grad bilden, ein. Wenn also die Multiplikatorshacken mit dem Quecksilbernäpfen in Verbindung stehen, sind die Ausschliessungshacken ausgelöst. In allen übrigen Lagen aber sind die Multiplikatorshacken ausgelöst, und es tauchen die Ausschliessungshacken ein, wodurch natürlich bewirkt ist, dass der Strom, welcher von der andern Station her etwa die Kette durchläuft, direkt durch die Ausschliessungshacken, also direkt von einem Quecksilbergefässe zum Andern übergeht, und nicht erst den Induktorsdraht zu durchlaufen hat. Zur bequemen Bewegung des Induktors ist endlich noch auf dessen Vertikalaxe ein horizontaler Balancier angebracht, der in 2 Metallkugeln endet. Tab. I Fig. 1 und 2. Damit aber bei rascher Drehung des Multiplikators das Quecksilber nicht durch die eingreifenden Hacken zerstreut werde, ist noch ein cylindrischer Glasring über das Quecksilbergefass gesetzt. Fig. 1 Tab. I. Bei jedem halben Umgange sieht man das Ueberspringen der Funken, wenn die Multiplikatorshacken ihre Quecksilbernäpfe verlassen.

Will man verzichten auf die Sichtbarkeit dieser Funken, die übrigens durchaus unwesentlich sind für die Anwendung des Instrumentes als Telegraph, so lässt sich der Induktor ungemein viel einfacher konstruiren. Man muss dann nur den Kommutationsapparat unmittelbar über den Anker setzen, und die Rotationsaxe weiter gegen den Balancier hin im Halse gehen lassen. Es ist alsdann nicht nöthig, die Axe zu durchbohren, sondern die Enden des Multiplikators sind unmittelbar an 2 Kupferplättchen durch Umwinden befestigt, welche Kupferplättchen in einen Holzring diametral gegenüber eingelassen sind. Der Holzring aber ist auf die Rotationsaxe aufgesteckt und festgeklemmt. Auf seinem cylindrischen Umfange ist ausser den erwähnten Kupferplättchen noch ein von Innen getrennter Absperungsbogen von Kupfer eingelassen, und zwei Enden der Kette, welcher der galvanische Strom mitgetheilt werden soll, bilden feststehende gegen den cylindrischen Holzring diametral gegenüber andrückende Federn, so dass auch hier nur während eines kleinen Theils der halben Umdrehung die Enden des Induktors mit der Kette in metallischer Berührung sind, die übrige Zeit aber der Schliessungsbogen die Enden der Kette unmittelbar verbindet. Diese Konstruktion, bei welcher durchaus kein Quecksilber vorkommt, verdient, ihrer grössern Einfachheit und Dauer wegen, vor erstbeschriebener den Vorzug. Auch sind die Apparate auf den Stationen Bogenhausen und Lerchenstrasse nach derselben ausgeführt.

3. Die Zeichengeber.

Wir haben in vorstehender Abhandlung gezeigt, dass es die Aufgabe ist, den durch den Induktor hervorgebrachten und durch die Leitungskette geführten galvanischen Strom dahin zu benützen, dass er, an leicht drehbaren Magnetstäben vorübergeführt, nach Oerstedt's Entdeckung Ablenkungen derselben bewirkt. Diese Ablenkungen müssen, wenn die Zeichen schnell hinter einander bewirkt werden sollen, möglichst rasch, also kräftig seyn. Dadurch aber sind die Dimensionen der abzulenkenden Magnetstäbchen gegeben. Man darf diese jedoch auch nicht zu klein annehmen, weil sonst die durch die Ablenkung resultirende mechanische Kraft zu klein wird, um unmittelbares Anschlagen an Glocken etc. hervorzu- bringen. Die Ablenkungen sind, bekannter Weise, bei gleicher galvanischer Erregung des Drathes um so stärker, je grösser die Anzahl der Umwindungen ist, oder je öfter der Draht längs dem Magnetstabe hin vorübergeführt wird. Die Grösse des Durchmessers der einzelnen Umwindungen hat, wie bekannt, nur insofern Einfluss, als sie die Länge des Schliessungsdrahtes im Ganzen vermehrt. Der Zeichengeber ist also ein in die Leitungskette mit seinen beiden Enden eingeschalteter Multiplikator, in welchem der abzulenkende Magnetstab steht. Man darf aber nicht vergessen, dass durch ihn der Widerstand der ganzen Kette um so mehr vergrössert wird, je dünner dieser Multiplikatorsdrath, je grösser die Umwindungen und je grösser ihre Anzahl angenommen wird.

Fig. 16 und 17. Tab. II stellt nun einen solchen Zeichengeber in horizontalem und vertikalem Querschnitte abgebildet dar, der 2 um Vertikalaxen drehende Magnete enthält, und sowohl zum Anschlagen an Glocken, als auch zum Fixiren einer aus Punkten bestehenden Schrift, bestimmt ist. In den aus Messingblech zusammengelötheten Multiplikatorsrahmen, Fig. 17 sind 2 Hülsen eingelöthet zur Aufnahme und freien Bewegung der Axen beider Magnetstäbchen. Sie sind oben und unten mit Gewinden eingeschnitten und nehmen 4 Schrauben auf, welche den Axen als Pfannen dienen. Durch sie können die Magnetstäbchen so gestellt werden, dass sie sich völlig frei und leicht bewegen. In den Multiplikatorsrahmen sind 600 Umwindungen desselben isolirten Kupferdrahtes, der den Induktor bildet, gelegt. Anfang und Ende dieses Drahtes zeigt Fig. 16 M.M. Die Magnetsäbchen sind, wie aus der Figur ersichtlich, in solchen Lagen im Multiplikatorsrahmen, dass der Nordpol des Einen, dem Südpol des Andern zunächst liegt. An diesen nächsten Enden, die wegen ihrer Wechselwirkung nicht füglich näher an einander gebracht werden dürfen, sind noch 2 dünne Aermchen von Messing angeschraubt, welche ganz kleine Gefässe tragen. Fig. 17 und 18. Diese Gefässchen bestimmt zur Aufnahme schwarzer Oelfarbe, haben kleine sehr fein durchbohrte und nach vorne abgerundete Schnäbel. Wenn Oelfarbe in die Gefässe kömmt, zieht sie sich vermöge der Capillar-Attraktion durch die Bohrung der Schnäbel und bildet an ihnen Oeffnungen, ohne auszufließen, halbkugelförmige Erhöhungen. Die leiseste Berührung reicht also hin einen

schwarzen Punkt zu fixiren. Wird der Multiplikatorsdraht dieses Zeichengebers galvanisch erregt, so streben beide Magnetstäbchen sich in demselben Sinne um ihre Vertikalaxe zu drehen. Es würde also Eines der Farbgefässchen aus dem Multiplikatorsrahmen hervortreten, das Andere in diesen hinein gehen. Um letzteres zu vermeiden, sieht man in dem Spielraume zur Schwingung der Magnetstäbe zwei Platten gegenüber befestigt, Fig. 17, gegen welche die andern Enden der Magnetstäbe andrücken. Es kann also immer nur Eines der Gefässe aus dem Multiplikator heraustreten, während das Andere in Ruhe bleibt. Um die Magnetstäbchen nach vollbrahter Ablenkung rasch wieder in die ursprüngliche Lage zurückzubringen, dienen gesonderte kleine Magnete, deren Abstand und Lage so regulirt wird, bis dieser Zweck erreicht ist. Diese Stellung muss durch Versuche ermittelt werden, weil sie bedingt ist von der Intensität des erregten Stromes.

Sollte dieser Apparat dienen, um durch Anschlagen an Glocken zweierlei leicht zu unterscheidende hörbare Töne zu geben, so wird man Uhrglocken oder auch Glasglocken zu wählen haben, die leicht ansprechen, und etwa um die Sexte im Ton verschieden sind. Dieses Tonintervall ist keineswegs gleichgültig. Man unterscheidet die Sexte leichter als jedes andere Intervall, namentlich würden Quinten und Octaven bei minder Geübten zu häufiger Verwechslung Anlass geben. Die Glocken kommen auf eine kleine Stativsäule mit Fussplatte zu stehen, und müssen den Widerlagplatten gegenüber in ihrer Stellung und in ihrem Abstand gegen die Magnetnadeln durch Versuche regulirt werden. Sie müssen die Glocke an derjenigen Stelle treffen, wo der Klang am leichtesten anspricht. Sie dürfen nicht zu nahe an den Hämmern stehen, weil sonst leicht ein Nachklingen erfolgt. Aber alles diess ergibt sich leicht durch einige Versuche. Sollen die Zeichengeber schreiben, so muss sich eine Papierfläche vor den Schnäbeln derselben mit gleichförmiger Geschwindigkeit vorüber bewegen. Am schicklichsten wählt man dazu sehr lange Streifen des sogenannten endlosen Maschinenpapiers, welches man auf ein Holz aufwindet, und auf der Drehbank in schmale Streifen absticht. Ein solcher Papierstreifen muss sich von einem Cylinder abwickeln, an den Gefässchen vorübergehen, dann eine Streckeweit horizontal fortgeführt seyn, um die aufgetragenen Punkte sichtbar zu machen und endlich wieder auf einen zweiten Cylinder aufwinden. Dieser zweite Cylinder ist von einem Uhrwerk gedreht, die Regulirung der Bewegung geschieht durch ein Fugalpendel. Diese ganze Einrichtung ist aus Fig. 1 Tab. I im Längendurchschnitt in Fig. 2 aber von oben ersichtlich. Der Rahmen, über welchen der Streifen hinweggeht, hat da, wo er Ecken bildet, 2 um Spitzen bewegliche Cylinder zur Verminderung der Frikation. Er kann überdiess verschoben werden im Abstände von den Magnetstäbchen, und somit findet sich auch hier durch Versuche die vorthellhafteste Lage. Natürlich können dieselben Magnetstäbe nicht gleichzeitig an Glocken anschlagen und schreiben, weil schon eine dieser Operationen ihre kleine Kraft erschöpft. Um aber beides zu erlangen, ist bloss nöthig

noch einen zweiten Zeichengeber mit in die Verbindung zu bringen. Ja man könnte auf diese Art durch Vermehrung der Anzahl der Apparate die Glockentöne beliebig verstärken, was jedoch auf Kosten eines grösseren Widerstandes in der Kette geschehen würde. Um diesen überhaupt möglichst wenig zu vermehren durch die Zeichengeber, wird man besser in Zukunft deren Multiplikationen aus sehr starkem Kupferdrahte oder Kupferblechstreifen zu bilden haben.

Das bisher Gesagte wird für jeden Sachverständigen zur Herstellung des Apparates ausreichen. Wir müssen aber noch einiges beifügen über die

Zusammenstellung der Apparate.

Tab. I Fig. 1 zeigt den Längendurchschnitt und die obere Ansicht eines pyramidalen auf dem Fussboden des Zimmers aufstehenden Tisches, der sämtliche Apparate enthält. Die Drahtleitung von Bogenhausen, die von der Lerchenstrasse, die Enden des Zeichengebers und 2 Leitungen aus den Quecksilbergeässen des Induktors, also eigentlich auch die Enden seines Multiplikators, kommen in der Mitte des Tisches, wie Fig. 2 Tab. I zeigt, zusammen. Hier führen sie in 8 mit Quecksilber gefüllte Löcher, die in einem Holzcyylinder angebracht sind, Fig. 3. Tab. II. Von der Verbindung dieser 8 Enden untereinander hängt es nun ab, wohin der erregte Strom geleitet wird. Wären z. B. diese 8 Löcher durch 4 Klammern von Kupferdraht so verbunden, wie es Fig. 3. Tab. II zeigt, so gieng der erregte Strom durch sämtliche Apparate und Ketten. Eine Verbindung wie in Fig. 6. aber, würde die Kette von Bogenhausen ausschliessen und also bewirken, dass der Strom vom Induktor aus durch den Multiplikator und die Lerchenstrasse gieng. Eben diese Figur um 180 Grad gedreht, bewirkte das Ausschliessen der Lerchenstrasse und führte den Strom nach Bogenhausen. Ein drittes System von Verbindungen ist durch die Kupferklammern von Fig. 7. gegeben. In der Lage der Zeichnung wäre der Induktor und Multiplikator verbunden, dagegen die Lerchenstrasse und Bogenhausen ausgesperrt. Diese Fig. 7 aber um 90 Grad gedreht, verbande Bogenhausen und die Lerchenstrasse, so dass diese beiden Stationen miteinander kommunizieren können, ohne dass man auf der Akademie die Nachricht empfängt. Diese dreierlei Systeme und Verbindungen sind nun in einem hölzernen Deckel mit Kupferdrähten eingetragen. Fig. 4. Aus diesem stehen also 24 Drahtenden hervor. Es sollen aber immer nur 8 davon wirksam seyn, desshalb wurden in den Cylinder, der die Quecksilbergeässen enthält, noch 16 Löcher angebracht, in denen kein Quecksilber ist, und die bestimmt sind zur Aufnahme derjenigen Drahtenden, die gerade nicht in Wirksamkeit seyn sollen. So entsteht die Möglichkeit den Strom in jeder gewünschten Richtung zu leiten, und es sind die betreffenden Verbindungen auf der Aussenseite des Deckels Fig. 2, der die verschiedenen Verbindungssysteme enthält (Fig. 4), durch beigeschriebene Buchstaben bezeichnet. s. Fig. 2. Durch Ver-

setzung dieses Deckels gegen den auf dem Tische befindlichen Pfeil kann also über die Richtung des Stroms beliebig disponirt werden. Natürlich liessen sich statt Quecksilbernäpfchen auch hier konisch gebohrte Kupferstiften anbringen, was auch auf den Stationen Bogenhausen und Lerchenstrasse geschehen ist

Wir haben jetzt noch einige Worte beizufügen über die

Benützung des Apparates zum Telegraphiren.

Nach dem Gesagten weiss man, dass, so oft der Balancier von rechts nach unten zur Linken einen halben Umgang macht, einer der Zeichengeber abgelenkt wird. Ich habe die Drahtenden so verbunden, dass bei dieser Bewegung jedesmal auf allen Stationen die hohe Glocke angeschlagen wird. Steht man auf der Seite B. B. vor dem Apparate Fig. 2 Tab. I, so fixirt das Schreibgefäss zugleich einen Punkt auf dem bewegten Papierstreif. Die Zeitintervalle, in welchen man dieses Zeichen wiederholt, sind repräsentirt durch die wechselseitigen Abstände der auf dem Papier in einer Linie sich bildenden Punkte. Dreht man aber nun von links nach unten zur Rechten, so ertönen die tiefen Glocken, und das zweite Schreibgefäss trägt jetzt einen Punkt auf den bewegten Papierstreifen auf, der nicht mehr in derselben Linie mit den ersteren liegt, sondern tiefer steht. So sind also die Töne hoch, tief auf dem Papierstreifen, gleichsam wie durch geschriebene Noten, dargestellt durch hohen Punkt, tiefen Punkt. So lange die Zwischenzeiten zwischen den einzelnen Zeichen gleich bleiben, bildet sich eine zusammengehörige Gruppe, sowohl in den Tönen, als in der sie darstellenden Schrift. Eine längere Pause trennt solche Gruppen kenntlich. Man ist dadurch also im Stande, durch schicklich gewählte Combinationsgruppen als Bezeichnung für das Alphabet oder für stenographische Zeichen irgend ein System zu bilden, und dadurch den Gedanken an allen Punkten der Kette, wo Apparate wie der beschriebene stehen, im Augenblicke selbst wieder zu geben und zu fixiren. Das von mir gewählte Alphabet gibt die in unserer Sprache am öftesten wiederkehrenden Buchstaben durch die einfachsten Zeichen; Es hat sich eine Aehnlichkeit zwischen den lateinischen Lettern und diesen Zeichengruppen herstellen lassen, wodurch sie sich dem Gedächtnisse leicht einprägen. Die Vertheilung der Buchstaben und Zahlen in Gruppen, die bis 4 Punkte enthalten, ist aus Fig. 1 Tab. I ersichtlich.

A B D E F G

.....

^ ^ ^ . ^ ^



Frang. Fuß 2.

