

Die Telegraphie
in der Elektrotechnik.

Von

JOSEF KAREIS,

k. k. Telegraphen-Commissär.

Vortrag, gehalten am 16. Jänner 1884.

Die Art und Weise, wie der Einzelne, sowie Gemeinwesen, ja ganze Nationen sich dem Anbruch einer neuen Culturepoche gegenüber verhalten, ist ganz individuell. Es geht hiebei gerade so wie bei dem alltäglichen Schauspiele des Sonnenaufganges, dessen Grossartigkeit bei all' seiner Alltäglichkeit Niemand in Abrede stellen wird. Der Eine steht früh auf, um seinen Körper für das Morgenmahl vorzubereiten; der Zweite will sein Gras mähen, ehe die Sonnenstrahlen den Thau von der Wiese trinken; der grösste Theil der Menschen verschläft das herrliche Schauspiel und nur Wenige gehen einen Berg hinan, um im farbigen Abglanz der Himmelskönigin die Bestätigung eines ewigen Naturgesetzes zu bewundern, eine jener Normen, nach deren grossen, ehernen, ewigen, unwandelbaren Marken alles Seiende des Daseins Kreise vollenden muss!

So ist es heute mit der Elektrotechnik! Erlassen Sie mir, verehrte Anwesende, die stricte Durchführung des Vergleiches; aber gestatten Sie mir, in einem Vereine, der sich der Verbreitung der naturwissenschaftlichen Kenntnisse gewidmet, in dem Auftauchen dieses Arbeitseifers für und durch die Elektrizität den Anfang einer gesetzlichen Phase in der Entwicklung der

Menschheit zu signalisiren; allerdings einer Phase, die in dem Bildungsgange derselben der farbigen Blüthenkrone der Pflanze gleicht, die sich ja ebenfalls aus dieser entwickelt, sie aber weitaus überstrahlt.

Wir wollen vorerst auf die hervorragendsten Eigenschaften hinweisen, welche die Kraft besitzt, deren Benützung die Elektrotechnik anspricht. Für die Elektrizität haben wir nicht wie für die übrigen Formen der Energie einen eigenen Sinn. Nicht wie beim Licht, bei der Wärme, chemischer Beschaffenheit, bei den Wirkungen der Schwere zieht hier in unmittelbarem Connex durch eine Empfindung die Beziehung auf ein Object in unsern Intellect ein. Die sich mit dieser Kraft befassende Erkenntniss kommt meist von secundären Wirkungen, ja von Wirkungen derselben, die höherer Ordnung sind; wir lernen sie als die wandelbarste aller Energieformen kennen, und das ist eigentlich die gedankliche Basis, auf welcher sie sich schon aus Goethe's Mund die Bezeichnung des „allgegenwärtigen Elementes“ erwarb, das man „unbefangen als Weltseele ansprechen könne“. ¹⁾

Schon hierin, in diesem Ausspruch liegt die Anerkennung der Schrankenlosigkeit aller Wirkungen der Elektrizität, ihre Unabhängigkeit von Raum und Zeit, die sich namentlich in der Telegraphie so überwältigend manifestirt, während in der Telephonie noch das Moment der Persönlichkeit beweiskräftig vor die Seele

¹⁾ Goethe's Werke, Stuttgart 1873, Bd. 9, p. 681.

tritt und es veranlasst, dass man hofft, in nicht gar zu ferner Zeit durch Elektrizität noch grössere Wunder zu leisten, z. B. auf unbeschränkte Distanzen hin auch sehen zu können.

Zur Kenntniss elektrischer Vorgänge gelangte man nicht auf dem einfachen Wege der Naturbeobachtung, die sich zur Erfahrung verdichtet. Die grossen Erscheinungen der atmosphärischen Elektrizität, deren Identität mit denen, die man den physikalischen Apparaten abzwang, verhältnissmässig spät erkannt wurde, trugen nicht viel zur wahren Auffassung der Naturkraft bei von der wir sprechen. Der Zufall selbst spielte auch nur zweimal glücklich mit: im Zucken des Froschschenkels und in der Ablenkung der Magnetnadel, um die Forscherbegierde rege zu machen und das Verlangen nach tieferer Erfassung dieser Erscheinungen zu entfachen. Was auf diesem Wissensgebiete geleistet wurde, das dankt man der vorausschauenden, wahrhaft prometheischen Begabung der Männer, in deren Geistern die Erkenntniss der Verwandtschaft der Naturkräfte, das grosse Gesetz der Erhaltung der Kraft bereits mehr oder minder klar die Vorstellungen beherrschte.

Den Sinn, womit man unmittelbar die Anwesenheit der elektrischen Vorgänge erfasst, müsste uns die Natur erst an bilden, so wie wir unsere Gedanken vielleicht erst ihren Wirkungsweisen anpassen müssen, um die Elektrizität vollkommen zu verstehen und zu beherrschen.

So sehen wir, dass es wohl nicht gut möglich war, von den alten Culturvölkern die Kenntniss elektrischer Vorgänge zu verlangen. Auch geben die Keilschriften der Assyrer, die Hieroglyphen der Aegypter und die Schriften der Alten keine Kunde über die wunderbaren Wirkungen der Elektrizität, und ich glaube, der Ausspruch sei eine kühne Hypothese, demzufolge die Bundeslade der in der Wüste irrenden Juden für eine Leydener Flasche ausgegeben wird, um das von ihr gelegentlich ausgehende Blitzen und Donnern zu erklären!

Wenn nun die durch naturwissenschaftliches Denken bewirkte Cultur des Geistes dazu nöthig war, die Lehren der Elektrizität zu schaffen, so war anderseits in der wunderbaren Natur dieser Kraft auch wiederum ein belebendes Element zu suchen.

In das neue Erfahrungsgebiet der elektrischen Erscheinungen, die, wie z. B. die Wechselwirkung der Ströme und viele andere Vorgänge, so aller Mechanik spotten, dass man sie auf die einfachsten Vorgänge der Bewegung bislang zurückzuführen nicht im Stande war, nahm der Forscher nur die Hoffnung mit, auch hier den ruhenden Pol in der Erscheinungen Flucht zu finden. Es war gleichsam eine Verjüngung der denkenden Menschheit, die „wie bei einem jungen Menschen, der eine Summe von Weisheit in sich aufgestapelt fühlt, sich vor immer höher thürmenden Räthseln“ sieht.¹⁾

¹⁾ „Ueber Umbildung und Anpassung im naturwissenschaftlichen Denken.“ Inaugurationsrede von E. Mach. Wien 1884, p. 8. Derselben sind einzelne vorhergehende Wendungen entlehnt.

Welches kann die Wirkung solchen Zustandes auf das Denken sein?

Hören wir hierüber einen Philosophen unter den Physikern oder vielleicht auch einen Physiker unter den Philosophen. Professor Mach zu Prag, in seiner vorjährigen Inaugurationsrede, spricht da Worte, die wir ganz diesem Werdestadium der Wissenschaft von der Elektrizität angemessen finden :

„Was das naturwissenschaftliche Denken am meisten fördert, ist die allmälige Erweiterung der Erfahrung. Das Gewohnte bemerken wir kaum, es erhält seinen intellectuellen Werth erst eigentlich im Gegensatz zum Neuen. . . .

„Von dem Neuen, von dem Ungewöhnlichen, von dem Unverstandenen geht aller Reiz zur Umbildung der Gedanken aus.“

Die weitere Ausführung dieser Ideen lese man in der Brochure selbst nach : ich wollte nur den Weg mit all' dem Vorhergesagten andeuten, auf dem der Beweis zu erbringen wäre, dass wir mit der Erkenntniss der Lehren der Elektrizität einer neuen Erscheinungssphäre uns bemächtigt, und es wird nicht mehr so schwierig sein, glauben zu machen, dass wir mit den Anwendungen jener Lehren einer bedeutenden Aenderung in den Arbeits- und Existenzbedingungen entgegengehen, wenn alle Blüthenträume gegenwärtiger Hoffnungen reifen sollten.

Dass demso ist, das beweist unter Anderem das ganz unglaubliche Interesse, welches die elektrischen Aus-

stellungen erregen. Das Gefühl mehr noch als die klare Kenntniss macht sich in jedem Beschauer dieser Zauberdinge geltend, dass wir einer selbsterworbenen Herrschaft entgegengehen. Wie man im Dampf einen grossen Helfer gewann für Culturzwecke, so hofft man in der Elektrizität ein noch viel wirksameres Agens zu erobern, das die vorhandenen, reich vertheilten Kräfte der Natur dem Menschen dienstbar machen wird; ferner sehen wir einen Beweis für die Wichtigkeit der neuen Arbeitsrichtung in dem Creiren der Schulen und dem Vorhandensein so vieler Schriften und Vorträge.

Ein Blick auf den gegenwärtigen Zustand der Elektrotechnik und auf ihre Entwicklung in den letzten Jahrzehnten wird genügen, um uns über das Verhältniss ihrer Zweige zu einander und zum Ganzen klar zu werden.

Die Art, wie in den einzelnen elektrotechnischen Zweigen die Kraft verwendet werden will, ist principiell verschieden. Die älteren Zweige der Elektrotechnik strebten bei der Elektrizität kaum einen andern Dienst oder Leistung an als die: Kräfte auszulösen, Bewegungen einzuleiten, zu hemmen etc. Die Elektrizität musste da, wie die Diplomatie im Staatswesen, die schlauesten Mittel anwenden, um die Massenwirkungen entstehen zu lassen, sie zu regeln und zu beenden.

Grosse Gewichte zu heben, sie fortzurollen, das zu erreichen streben die neueren Zweige der Elektrotechnik an. Die Elektrizität soll, wie Dr. Werner

Siemens sagt, jetzt in die Reihe der schwer arbeitenden Mächte eintreten. So sehen wir einerseits kräfteeinlösende und auslösende Wirkungen und andererseits massenbewegende Functionen der Elektrizität. Neben beiden Wirkungsweisen stehen die chemischen Actionen des Stromes und seine Wärme- und Lichtwirkungen.

Diese vier Arten der Kraftäusserung bilden die Grundlagen der vier bedeutenden Zweige der Elektrotechnik: die Telegraphie und das Signalwesen, die Kraftübertragung, die elektrischen Eisenbahnen etc. etc., die Galvanoplastik und das Beleuchtungswesen.

Wollen wir ganz gerecht sein, so müssen wir bei Gegeneinanderstellung dessen, was in den einzelnen Zweigen geleistet worden, die Zeit in Anschlag bringen, während welcher sich die betreffende Thätigkeit zu einer Industrie herausgebildet hat.

Man muss natürlich auch das gestellte Problem und dessen Lösung mit den Mitteln zusammenhalten, welche für letztere zu Gebote standen, und aus dem Geleisteten lässt sich mit einiger Berechtigung ein Schluss auf die Zukunft ziehen.

Beginnen wir nun, um sozusagen dem Bescheidensten den Vortritt zu gönnen, mit der Galvanoplastik. Ihr Erfinder ist Jakobi in St. Petersburg, der sich auch auf dem Gebiete der Telegraphie versuchte; (es waren von ihm in Paris und Wien Nadeltelegraphenapparate ausgestellt). Die Galvanoplastik würde zu ihrer heutigen grossartigen Ausbreitung schwer gelangt sein ohne die dynamo-elektrische Maschine, der wir überall

begegnen, wo wir einen Durchbruch zu verzeichnen haben in dem Vorwärtsschreiten der Elektrotechnik. Obwohl noch vor Kurzem in den grossen galvanoplastischen Ateliers von Elkington in Birmingham die alten Wollastone'schen Batterien für die chemischen Wirkungen des Stromes verwendet wurden, so haben wir anderseits fast überall, wo chemische Actionen erstrebt werden, Maschinenstrom in Betrieb. Ausser den wunderbaren Erzeugnissen die wir auf der Pariser Ausstellung von diesen Ergebnissen elektrischer Arbeit gesehen, und denen, welche in der russischen Abtheilung der Wiener Ausstellung prangten, finden wir die Elektrizität als Scheidungs- und Verbindungsmittel in der Färberei, in der Bleicherei, in den Fabrikationen von Zucker und Alkohol. In Paris waren sogar Photographien, — Reliefbilder von unsagbarer Feinheit: der elektrische Strom hatte da die schwachen Niveauunterschiede der Photographien zur Grundlage seiner plastischen Thätigkeit, und zwar mit dem glücklichsten Erfolge gemacht. Der Galvanoplastik half zur ihrer reichen Entwicklung der Aufschwung des chemischen Studiums, das zur Zeit ihres Beginnes die Geister erfüllte.

Von der Galvanoplastik gehen wir zur Beleuchtung. Hatte erstere fünfzig Jahre Zeit zu ihrer Entwicklung, so ist's seit der Erfindung des Davy'schen Bogens noch viel länger her. Es sind reichlich achtzig Jahre, seit die leuchtende Pracht des sich zwischen den Kohlenspitzen bildenden Bogens die ersten Versuche veranlasste, sich seiner zu Lichtzwecken zu bedienen.

Lange genug mühten sich die Erfinder, ein brauchbar elektrisches Licht herzustellen. Bis auf Foucault, also nahezu vierzig Jahre nach Davy's Entdeckung, schief das elektrische Licht oder erfuhr wenigstens keine nennenswerthe Anwendung. Von der Handregulirung Foucault's kam man — von Wright ab (1845) — auf mechanische Regulirvorrichtungen; aber theils die Mangelhaftigkeit ihrer Function, theils aber die theuere Herstellungsweise des Stromes mittelst Batterien wiesen das elektrische Licht vom Wege allgemeiner Verwendbarkeit zurück. Auch hier brach die Dynamomaschine einen Theil der Schranken des Fortschrittes, und nachdem Jablochkoff anscheinend das andere Hinderniss, die unzulängliche Regulirung des Bogens umgangen, dachte man an eine rasche Verallgemeinerung des elektrischen Lichtes.

Wenn es nun aber mit dem elektrischen Licht, trotz aller unlängbarer Fortschritte, trotz seiner Triumphe auf Ausstellungen und seines Glanzes bei Festlichkeiten nicht recht vorwärts gehen will, so liegen die Hemmnisse in vielen Umständen zugleich. Vorerst mangelt es an centralen Anlagen; sodann ist das Capital kopfscheu gegenüber den Misserfolgen der Gesellschaften in London, Amerika, Frankreich etc. Ferner aber ist die billige Form des elektrischen Lichtes, das Bogenlicht, nicht allgemein verwendbar, und das dem Gaslicht näher stehende Glühlicht ist zu kostspielig; wo es billig ist, da opfern sich die Gesellschaften, weil sie in anderen Fällen wieder Opfer verlangen und auch erlangen.

Die Erfindung des Glühlichtes lässt sich bis auf das Jahr 1838, also noch vor die Geburt Edison's, den man gemeinhin für den Urheber derselben hält, zurückdatiren. Ein Belgier, Jobart, schlug in jenem Jahre vor, Kohle im luftleeren Raume glühend zu machen und das Ganze als Lampe zu benützen.¹⁾ Hierauf sind Moleyn, Changy, Starr und noch ein halbes Dutzend Anderer vor Edison zu nennen, der allerdings mit unläugbarer, wohl im Telegraphendienst erworbener Ausdauer und von amerikanischer Kühnheit und Unternehmungslust, sowie von amerikanischem Geld unterstützt, ein vollständiges System der Glühlichtbeleuchtung schuf, das, seitdem es nach Europa gekommen, wirkliche Fortschritte gemacht hat und auch hier in Oesterreich sich ziemlich rasch ausbreitet.

Das Bogenlicht, an dessen Vollendung und Ausbreitung unsere Landsleute durch geniale Leistungen in verdienten Ehren participiren, braucht wenig Kraftaufwand: 0·8 Pferdekraft mit 1 Kilo Kohle per Stunde für 800 Normalkerzen Licht. Die gleiche Menge Kohle in Gas verwandelt, gäbe per Stunde 25 Normalkerzen Gaslicht. Wenn man annimmt, dass 50% der Kohle in Coaks transformirt werden, so braucht man zur Erzeugung von 800 Normalkerzen aus Gas 16 Kilogramm Kohle, während eine Gramme-Maschine zur selben Lichtmenge 1 Kilogramm Kohle braucht.

¹⁾ Urbanitzky: „Das elektrische Licht.“ Wien, Hartleben, 1883.

Was das Glühlicht betrifft, so müssen die Resultate der wissenschaftlichen Commission der Wiener Ausstellung abgewartet werden, um zu constatiren, ob seit Paris ein erheblicher Fortschritt zu verzeichnen ist. Wenn einige bekannt gewordene Angaben richtig sind, so hat man in der Lampe Cruto einen sehr erheblichen Fortschritt zu beloben; sie gibt per elektrische Pferdekraft, also für 740 Voltampère gegen 400 Normalkerzen, während die Pariser Untersuchungscommission als Maximum der damaligen Oekonomie der Glühlampen 300 Normalkerzen per 740 Voltampère fand.

Grosse Fortschritte wurden auch bezüglich der Regulirbarkeit des Glühlichts in seiner Vertheilung gemacht; dies aber ist nicht so sehr den Lampen selbst, als der Dynamomaschine zuzuschreiben.

Die Dynamomaschine basirt auf der Stromerzeugung durch Magnetinduction. Pacinotti ersetzte den als nöthig vorausgesetzten magnetischen Ringkern durch einen Weicheisenkern, den er durch aussen gestellte Magnete inducirte und so Strom gewann. Viel später fand Gramme den inzwischen in Vergessenheit gerathenen Ring wieder und construirte seine Maschine. Mittlerweile hatte Siemens das Princip der Dynamomaschine durch Ersetzung der äusseren Stahlmagnete mittelst der Elektromagnete gefunden und bald nach 1878 gab es eine Menge von Dynamomaschinen.

Als Beleuchtungsapparat und als Motor hatte aber die Dynamomaschine ein grosses Gebrechen. War draussen im Stromkreis ein grosser Widerstand, so

wurde mehr Strom gebraucht; allein die Elektromagnete, die im Stromkreis mit eingeschaltet waren, inducirten im kritischen Momente gerade am wenigsten. Dem ist nun durch die Compound-schaltung gründlich abgeholfen. Diese besteht darin, dass die Bewickelung bei den Elektromagneten doppelt vorgenommen ist: einmal ist ein dünner und langer Draht, einmal ein kürzerer und dicker Draht um die weichen Eisenkerne der Feldmagnete gewickelt. Ist draussen zu viel Widerstand, so geht der Strom meist durch die dicken Drähte denn diese sind im Nebenschluss; sie erlangen dadurch viel inducirenden Einfluss. Vermindert sich der Widerstand, so geht der grösste Theil des Stromes aussen in die Arbeit: ein kleiner geht durch die dünnen Windungen, diese induciren weniger und man erhält weniger Strom, weil man seiner weniger bedarf. Hiebei verändert sich nach Bedarf der Kraftaufwand, aber die Tourenzahl der Maschine bleibt dieselbe; so construirt man jetzt Maschinen, bei welchen von 300 durch sie gespeisten Lampen ohne weiteren Anstand 280 abgelöscht werden können, ohne einen Schaden anzurichten. Es ist so, als wenn ein Müller einen Teich zum Betrieb hätte, dessen Schleussen sich selbstthätig schliessen und öffnen, je nachdem Bedarf an Betriebskraft ist, und mehr oder weniger Wasser durchlassen. Solcher Maschinen bedient man sich für Kraftübertragung sehr gut, namentlich für Eisenbahnen.

Die Kraftübertragung, zu der wir nun übergehen wollen, von unserem Landsmann Popper im

Jahre 1862 vorgeahnt, ist die Lieblingsidee der Elektriker. Die Verwirklichung der mit ihr verknüpften Absichten wird aber noch lange auf sich warten lassen, sowie die Ausbreitung der Accumulatoren. Wir können wirklich befriedigende Ergebnisse weder auf dem einen, noch auf dem andern Gebiete verzeichnen.

Wenn wir bis jetzt Grosses erreicht sahen in den einzelnen Stadien der Entwicklung der Elektrotechnik, so finden wir, dass die Aufgaben, die sich die einzelnen Zweige gestellt, dennoch grösser sind als die Erfüllung; eine weite Kluft trennt das Wollen vom Können, eine Kluft allerdings, die täglich enger wird durch die Bemühungen Tausender: das fieberhafte Haschen ist der stetigen Arbeit gewichen, und die sensationellen Berichte in den Tagesjournalen über ein oder das andere Wunder sind den Nachrichten über Einrichtung eines Theaters, wo elektrisches Licht leuchtet, Eröffnung einer Eisenbahn, zu deren Betrieb, wie in Irland bei der Portrushbahn, ein Wasserfall die Kraft liefert, gewichen; ebenso bietet die Ankündigung der elektrischen Ausstellungen nichts Sensationelles mehr. So schön wie die Wiener wird schwerlich eine mehr werden. Im Ganzen ist man sehr fleissig hinter den Aufgaben her; aber es werden noch viele Versuche gemacht. Auch die kleine elektrische Drahtseilbahn von Weston, die der berühmte Elektrotechniker Jenkin in Betrieb setzt, auch die in Wien gebaut werden soll, auch die Accumulatoren, welche mit Wind- und Wasserkraft geladen werden könnten und sollten, all' das wird

noch viel Experimente kosten und manche harte Lehre wird die Erfahrung uns in all' diesen Dingen ertheilen. Nicht viel besser ergeht es der Elektrizität in der Heilkunde; auch hier ist sie noch ein schüchterner Gast, der sich das Verbleiben im Hause mit allerhand Leistungen erst verdienen muss!

Nehmen wir statistische Daten zur Hand, so sehen wir dies ganz deutlich. England war nach Schluss der ersten Sydenhamer elektrischen Ausstellung im glücklichen Besitz von 42 Actiengesellschaften mit dem nominellen Capital von 15,480.000 Pfund Sterling. Die Amerikaner erfreuen sich sogar des Besitzes von 111 solcher Societäten, deren Actiencapital vielleicht oft den Directoren derselben unbekannt ist. Frankreich hatte im Beginne des Jahres 1882 zehn Compagnien mit dem Capital von 44,837.000 Francs. Es ist sehr zweifelhaft, ob in England noch ein Dutzend der Societys gegenwärtig solvent ist; von Amerika wollen wir nicht sprechen, und von den Franzosen wissen wir, dass die Actien der aufrecht gebliebenen Compagnien unter pari stehen. Die Anzahl der für elektrotechnische Zwecke gebildeten Sociétés anonymes beträgt in Frankreich 35; sie sind auf ein nominelles Capital von 200,000.000 Francs hin gegründet. Im Ganzen sehen wir grosse Anläufe und wenig Erreichtes: Misslingen erster und auch späterer Versuche, und gelungen ist es nur vielen Directoren, an der Hand der wunderbarsten aller Naturkräfte ihre Mitmenschen und Actionäre um einiges Geld zu bringen.

Anders stehen die Dinge um die Telegraphie und ihre Tochter, die Telephonie! Die Zahlen, welche wir hier anführen können, sprechen eine klar vernehmbare Lobrede auf diesen ältesten, ehrwürdigsten und genialsten Zweig der Elektrotechnik!

In der Telegraphie ist ein weidlich Stück Arbeit geschehen. Doch gehen wir sofort an die Thatfachen. Aelter, als man glaubt, sind die Versuche, eine Verständigung zwischen Correspondirenden auf Entfernungen hin zu bewerkstelligen. Man glaubte unter Anderem durch die sympathische Wirkung der Magnete eine Nachrichtenvermittlung zu ermöglichen. So kam schon zu Galilei ein Erfinder, welcher mit der diesen naiven Gemüthern entsprechenden Weise ihm einen Magnetstein übergab und einen zweiten gleich dimensionirten vorwies und den berühmten Gelehrten einlud, sich irgendwohin nach Hinterindien zu begeben, um dort den Stein spielen zu lassen; er wolle von hier aus eine Signalisirung anbahnen (1630).

„Kannst du mir den Versuch nicht zwischen den zwei Ecken dieses Gemaches zeigen?“ fragte Galilei den Wundermann. „Nein,“ entgegnete dieser, „das geht nicht!“ „Nun gut,“ sprach der grosse Physiker, „dann gehe Du nach Hinterindien, ich ziehe es vor, hier zu bleiben.“

Die Versuche, Reibungselektricität zum Telegraphiren anzuwenden, reichen jedenfalls weit zurück ins 18. Jahrhundert, und war es unter Anderen ein P. Josef Franz hier in Wien, der im Mai 1746 die Wir-

kungen der Leydener Flasche auf eine Entfernung von 5300 Fuss darthat.

Doch standen viele und vielleicht alle Versuche dieser Art so vereinzelt da, dass ein systematisches Fortarbeiten nach solchem Ziele, wie die heutige Telegraphie, nicht gut möglich war; dieselbe blieb dazumal Zukunftsbild, wie es etwa heute die Luftschiffahrt ist. Und so kam es, dass, als Sömmerring im Jahre 1808 dem damaligen Weltbeherrscher Napoleon seinen „elektrochemischen Telegraphen“ anbot, dieser die Erfindung als eine „Idée allemande“ geringschätzig verwarf. Erst 1833 wurde in Göttingen von Gauss und Weber der erste wirkliche Telegraph gebaut; vordem aber sind wohl an ein halbes Hundert Vorschläge und Ausführungen im Laboratorium und im Kleinen zu verzeichnen. Die grössten Schwierigkeiten aber bot von jeher die Leitung, dieser von Laien am mindesten beachtete Factor der elektrischen Telegraphie; aber gerade die Telegraphenleitung war es, welche die eigentlichen Telegraphentechniker heranbildete; gerade an ihr übte man zuerst und am meisten die Anwendung physikalischer Forschungsergebnisse auf technisch bewunderungswürdige Unternehmungen. Einen der grössten Fortschritte bezeichnet die Entdeckung der Erdleitungsfähigkeit durch Steinheil im Jahre 1838, welche die Verminderung der Linienlänge auf die Hälfte ermöglichte. Wie weit man es, der Quantität nach, in diesen Dingen gebracht, will ich vorläufig unerwähnt lassen, aber in der Leistungsfähigkeit haben die Leitungen es

seit 1851 auf weit mehr als das Doppelte gebracht. Bei Unterseekabeln und bei den oberirdischen Linien stehen wir durch verbesserte Construction, durch Wahl geeigneter Metalle, besonders des sogenannten Siliciumbronzedrahtes, so weit, dass bei Anwendung von gewissen, später zu erwähnenden Apparaten auch 6000 Worte per Stunde durch einen Draht geschickt werden können. Bei der Herstellung unterseeischer und unterirdischer Leitungen kommt es auf Isolirung, Leistungsfähigkeit und statischen Zustand der Kabel an. Diese Factoren waren Gegenstand der genauesten Forschungen und Untersuchungen seitens der Faraday, Gaugain, Siemens, Wheatstone, Clark, Sabine, Maxwell etc. etc. Als Stromquelle bedient man sich fast allgemein der galvanischen Elemente verschiedenster Formen und Construction und es mögen deren in der ganzen Welt an zwei Millionen in Verwendung stehen, in welchen durch Verbrennung von Zink in Säure der benöthigte Strom gewonnen wird. Durch Berechnung der Dimensionen der Kabel und ihrer Substanzen gelangte man an die Feststellung der absoluten Masseinheiten, welche die „British association“ vorbereitet und der Congress in Paris 1881 definitiv normirt hat.

Die Elektrizität als Energieform besitzt zweierlei Eigenschaften. Sie befindet sich in einem Zustand, der als potentieller, passiver zu bezeichnen ist, und in einem Zustand, den wir als kinetischen auffassen. Die elektromotorische Kraft ist dem analog, was wir bei fließendem Wasser Gefälle, bei ausdehnensamen Gasen den Ex-

pansionsdruck und bei der Wärme Temperatur nennen. Wie beim fließenden Wasser der Niveauunterschied die Wirksamkeit desselben bestimmt, so bestimmt die Potentialdifferenz den Abfluss der Elektrizität. Der unter Einfluss dieser Differenz entstehende Strom ist die kinetische Form der elektrischen Energie, wenn derselben ein Leiter zum Abfluss geboten ist. Jeder Leiter vermindert die Energie fließender Elektrizität, und die dies bedingende Eigenschaft nennen wir Widerstand. Die auf diese drei Factoren elektrischer Thätigkeit sich beziehenden Einheiten heissen Volt, Ampère und Ohm. Diese Grössen stehen ferner in solchem Verhältnisse zu Meter, Gramm und Secunde, dass man von den Leistungen der Elektrizität in Zahlen sprechen kann, wie von den Leistungen eines Wasserfalles, einer Dampfmaschine, eines Zugthieres. Instrumente, Voltmeter, Ampèremeter etc. ermöglichen das Ablesen dieser Factoren, und man braucht blos die Volts mit den Ampères zu multipliciren und durch 9·81 der Zahl, welche die Erdbeschleunigung in Metern angibt, zu dividiren, um die Leistung der Elektrizität in Meterkilogrammen auszudrücken. Dieses Masssystem nun ist durch die Bedürfnisse der Kabeltechnik ins Leben gerufen und dann auf die anderen Zweige der Elektrotechnik mit bestem Erfolge angewendet worden. Welche ungemeinen Erfolge die Kabeltechnik aufzuweisen hat, erhellt aus nachfolgenden Beispielen;

Der Widerstand, welchen ein Kabel dem aus einer gegebenen Batterie fließenden Strom entgegen-

setzt, ist genau durch Instrumente messbar. Je länger das Kabel, desto grösser der Widerstand: jedes Kilometer Kupfer im Kabel hat seine bestimmte Anzahl Ohms.

Der Widerstand, welchen die isolirende Hülle dem Entweichen der fließenden Elektrizität nach aussen entgegensetzt, heisst Isolationswiderstand. Die Anzahl Ohms, welche ein Stück Kupfer dem Abfluss der Elektrizität entgegensetzt, verhält sich zu jenen, welche die Guttapercha dem Abfluss entgegensetzt, wie 1:60,000.000,000.000,000.000 oder wie $1:6 \times 10^{19}$!

Auch der Isolationswiderstand ist der Länge der Kabel proportional, aber umgekehrt proportional, so dass, wenn man aus x , einer Messung von n Kilometern, den Widerstand eines Kilometers berechnen will, man x mit n multipliciren muss.

Guttapercha, Kautschuk, Hooper's Isolirungsmateriale, jeder dieser Stoffe hat eine eigene Fähigkeit, dem Strome den Abfluss in das Wasser bei Unterseekabeln, in die Erde bei unterirdischen Kabeln zu verwehren.

Die Anhäufung statischer Elektrizität auf der Aussenseite der Kabel ist von gewissen Umständen bedingt. Man nennt die mehr oder minder grössere Fähigkeit, statische Elektrizität anzuhäufen, die Capacität des Kabels. Die Capacität wird auch nach einem Masse, das den sogenannten „Farad“ zur Einheit hat, gemessen; auch die Capacität ist proportional der Länge des Kabels.

Die Kabeltechnik nun hat es so weit gebracht, aus der Anzahl Ohms im Leiter oder in der Isolationshülle oder aus der Capacität genau zu wissen, wo ein Unterseekabel schadhaft ist.

Hat man aber einen verdeckten, unvollständigen Fehler vor sich, so ist die Fehlerbestimmung sehr schwierig, weil der Widerstand der Fehlerstelle ins Spiel kommt; dieser variirt, und setzt man seinen Betrag in die Formeln ein, so bekommt man die unglaublichsten Unterschiede in den Angaben. Um die Vexation eines solch' verdeckten Fehlers zu beheben, bildet man denselben in einen offenen um, indem man durch Anwendung von abwechselnd $+$ und $-$ starken Batterieströmen eine förmliche Elektrolyse an der Fehlerstelle einleitet und hiedurch dem Wasser einen vollen Zutritt zum Kupfer gewährt, worauf man die gewünschten genauen Angaben auf den Instrumenten erhält.

Eine andere staunenswerthe Völlendung hat die Technik in folgenden Punkten erreicht:

Die Geschwindigkeit der Depeschen bei Gebrauch eines bestimmten Apparates hängt von dem Gewicht des im Kabel angewendeten Kupferdrahtes W , ferner von dem Gewicht des angewandten Isolationsstoffes ¹⁾ W ab. Wenn L die Länge des Kabels in Knoten, deren einer 1854 Meter beträgt, ist, so ist die Anzahl der Worte unter Anwendung des Spiegelgalvanometers

¹⁾ Hier ist Guttapercha vorausgesetzt.

durch eine Formel ausgedrückt, die hier aufgeschrieben sei:

$$\text{so: Wortzahl} = \frac{0,2325w \cdot \log(70 \cdot 4w + 480W) - \log 64w}{L^2 \times 10^{-6}}$$

Einen dritten bewundernswerthen Fortschritt sehen wir in der Einrichtung jener Anker, welche die beschädigten Kabel heraufzuholen haben vom Meeresboden; sie sind nicht nur mechanische, sondern auch elektrische Meisterwerke. Fährt ein zur Kabelreparatur bestimmtes Schiff quer über ein ausgelegtes Kabel, und fassen die Arme des Ankers einen Stein, so öffnen sie sich; beim Erfassen des Kabels aber wird ein Zeichen an Deck erhalten, von einer selbstthätigen Contactvorrichtung im Anker hervorgerufen, und zugleich erfassen die Fänge des Ankers das Kabel, das dann an Bord gezogen wird. — Dreissig grosse Schiffe, also eine bedeutende Flotte, deren grösster Vertreter der „Faraday“ des Hauses Siemens ist, sind mit Legung und Ausbesserung der Kabel aller Meere beschäftigt. Dreiundzwanzig Kabelcompagnien theilen sich in das 30,000.000 Pfund Sterling betragende Vermögen, das da unten in der purpurnen Tiefe ruht. Ein Netz von Linien, dessen Maschen sich langsam, aber sicher verengern, denn es gibt jetzt 731 Kabel auf der Welt, breitet sich über diese: die Gesammtlänge beträgt 165.636 Kilometer mit 182.511 Kilometer Drahtlänge.

Damit wir nun auch die Längen der Telegraphenlinien zu Lande kennen, will ich angeben, dass dieselben 700.000 Kilometer Leitung mit 2,119.000 Kilo-

meter Draht betragen und ein Capital von 245,000.000 fl. repräsentiren.

Hier sei erwähnt, dass die Leitungen das Kostspieligste in der Telegraphie sind, weit kostspieliger als die Apparate, zu denen wir jetzt gelangen.

Die Apparate, deren es an die 65.000 in der Welt geben mag, gehören natürlich den verschiedensten Systemen an. Wir können sie aber leicht classificiren und fangen bei den Relais an.

Die Eigenschaft des elektrischen Stromes, welches Eisen, um welches er fließt, magnetisch zu machen, hat man zur Construction feingebauter Empfangsapparate gemacht, bei denen die geringe zu bewegende Masse des Ankers der Elektromagnete in einer zweckmässigen Weise zur Zeichengebung benützt wird. Uebt bei solchem Apparat die Natur der entstehenden Pole am Elektromagnet keinen Einfluss auf die Entstehung der Zeichen, so ist nur die von beiden Schenkeln gleichmässig geübte Anziehung massgebend; wenn aber, was durch Windungsrichtung der Drähte, durch Richtung des Stromes und dadurch bewirkt werden kann, dass der Anker selbst ein Magnet ist, jeder Schenkel einen andern Einfluss übt, so hat man es mit polarisirten Apparaten zu thun. Auch diese hat man, und zwar in sehr vielen Fällen, zur Construction von Relais verwendet. Dass sich eine Magnetnadel in einem elektrischen Felde nach der Ampère'schen Regel bewegt, sowie dass eine stromdurchflossene Spule sich in einem magnetischen Felde bewegt, alles dies hat man zur

Construction von ingeniös gebauten Empfangsapparaten benützt.

Unter den Apparaten unterscheiden wir: Nadel-, Zeiger-, Druck-, Typendrucktelegraphen, dann Telegraphen für vereinbarte Zeichen und Schreib- oder Copirtelegraphen — automatische Apparate. Von diesen Apparaten beschreibt Zetsche allein an die 150 in seiner „Geschichte der Telegraphie“.

Unter den einfachen Apparaten ragten durch das Ingeniöse der Combination feiner mechanischer Mittel mit den Functionen der Electricität der Typendruckapparat von Hughes und der Automat von Wheatstone hervor. Beide sind nun auch mit leichten Aenderungen für Kabel und Unterseedienst benützt worden. In der Wiener Ausstellung war ersterer Apparat, für die Linie Marseille — Algier montirt, in der französischen Abtheilung, letzterer als Lauritzen's „Undulator“ für die „Great Northern Telegraph Cie.“ in der dänischen Abtheilung zu sehen.

Ferner wäre als einfacher Apparat der vielbestaunte Siphon recorder von Thomson zu nennen. Während beim letztgenannten Apparate eine stromdurchflossene Drahtspule in einem intensiven magnetischen Felde sich, je nach der Richtung des Stromes, aus der Ebene des magnetischen Feldes nach vorne oder nach rückwärts bewegt und an einem Coconfaden einen farbeführenden Glasheber feine Tintentheilchen auf den Papierstreifen schreiben lässt, wird beim Undulator ein X förmiger Magnet von den Polschuhen eines Elektromagnets

abgelenkt oder angezogen, nach rechts oder links, je nachdem die Windungen des Elektromagnets ein positiver oder ein negativer Strom durchfließt. Der Anker zeichnet seine Wendungen mit Hilfe eines farbeführenden Silberröhrchens, das auf der Achse des Magnets sitzt, auf einem vorbeigleitenden Papierstreifen auf.

Die Stromentsendung beim Siphon recorder geschieht mittelst eines Doppelhebels. Die Stromgebung beim Undulator geschieht automatisch. Die Depeschen werden vorher auf einem Streifen ausgelocht und dann ablaufen gelassen auf einem Apparat, der ein Uhrwerk enthält, das ihn treibt und den Streifen bewegt. In die Löcher kommen nun sich auf und ab bewegende Nadeln, welche abwechselnd Ströme, die vom und zum Kupferpol der Batterie gehen, und so die obberregte Ablenkung des Röhrchens mit der Farbe bewirken entsenden.

Ein ähnlicher Apparat, der Russschreiber, ist von Siemens & Halske gebaut.

Ist die einfache Telegraphie schon eine ganz bewunderungswürdige Leistung im Zusammenwirken von physikalischen und mechanischen Factoren, so ist es die Vielfachtelegraphie umsomehr.

Das Gegen- und Doppelsprechen auf einem Drahte, deren Wesen aus der Bezeichnung hervorgeht, sind österreichische Erfindungen: das erstere ist von Gintl 1854, das zweite von Dr. J. B. Stark über eine Anregung Gintl's September 1855 erfunden. Princip des Gegensprechens ist, solche Einrichtungen zu

treffen, dass die eigenen Schreibapparate nicht mitthun wenn man aus den Stationen Strom sendet, dagegen für fremde Einwirkung sofort ansprechen.

Das Doppelsprechen beruht auf dem Princip, dass man bei Benützung verschiedener Stromstärken für die zwei verschiedenen Apparate der Empfangsstation den für den schwächern Strom bestimmten Apparat durch irgend ein Mittel zum Schweigen bringt, wenn der stärkere Strom wirkt; diese Mittel können sehr verschiedenartig sein; es ist die Lösung dieses Problems eine ähnliche wie beim Gegensprechen. In beiden Systemen kamen eine grosse Anzahl Aenderungen. Discher, Schreder, Kohl, Teufelhart von unseren Landsleuten haben sich im Duplex-, Stark selbst und eine Reihe anderer Erfinder nach ihm im Diplexsystem mit Erfolg versucht.¹⁾

Das Zusammenwirken von Gegen- und Doppelsprechen ergibt die Vierfachtelegraphie, ebenfalls von Dr. Stark versucht und nach vielfachen Mühen von Edison und Prescott praktisch brauchbar gemacht.

Die Quadruplextelegraphie der beiden Erfinder gestaltet sich folgenderweise.

Auf jeder der beiden Stationen sind zwei Sender und zwei Empfangsapparate in Thätigkeit; einer der Empfangsapparate hat einen gewöhnlichen, der andere

¹⁾ Man versteht unter Duplextelegraphie das gleichzeitige Hin- und Hertelegraphiren; unter Diplextelegraphie das gleichzeitige Entsenden zweier Ströme in einer Richtung auf derselben Leitung.

einen polarisirten Elektromagnet, so dass der eine nur auf verstärkten Strom anspricht, während der andere nur auf Umkehrung des Stromes functionirt. Die Linie ist von einem permanenten, und zwar schwachen Strom durchflossen. Dieser Strom wird nun einmal verstärkt und einmal in seiner Richtung geändert; da diese Operation von jenseits im Gegensprechen ebenfalls ausgeführt wird, so sind vier Transmissionen möglich.

Diese Art zu telegraphiren ist in England und in Amerika sehr verbreitet; in England sind alle grossen Städte, die nicht über 360 Kilometer von einander entfernt sind, mittelst Quadruplex verbunden.

Die Duplextelegraphie wird in England in Bälde den normalen Betrieb bilden; mehr als 30 grosse Linien sind dort derart in Betrieb; selbst die Besitzer der grossen Seekabel nehmen diese Methode auf und ersparen somit riesige Capitalien durch diese Betriebsweise.

Eine zweite Art Multiplextelegraphie ist die sogenannte absatzweise Mehrfachtelegraphie.

Auch hierin haben zwei Oesterreicher sich versucht: der jetzige Postcontrolor Bauer und der Telegraphencommissär Granfeld; Letzterer hat eine seitdem von den Franzosen adoptirte Aenderung an den Apparaten getroffen, auf die wir sofort zurückkommen werden.

Die Möglichkeit der absatzweisen Mehrfachtelegraphie beruht auf dem vollständigsten Synchronismus des Umlaufes einzelner Organe. Wie bei Voraussetzung

eines solchen eine Mehrfachtelegraphie für Jedermann begreiflich ist, kann an einem Beispiele sehr leicht dargethan werden.

Wie zwei in Sektoren getheilte, je mit gemeinsamem Centrum versehene Hohlgefäße, wenn man sie in ganz gleich schnellen Umlauf setzt und sich in die einzelnen Sektoren Kugeln verschiedener Farbe geworfen denkt, diese bei momentaner Dauer der Transmission in den betreffenden Sektoren wieder hinauswerfen, so geht es bei den Multiplextelegraphen.

Die beiden Vertheilerscheiben¹⁾ der auf den Stationen befindlichen Apparate haben eingelegte Ebonit- und Metallstücke an der Peripherie; letztere sind mit den Tasten verbunden, deren es vier Paare gibt in jeder Apparatchaviatur; zu den Tasten ist die Batterie verbunden; über die Contacte läuft ein Arm 75mal in der Minute. Jedem Absendeapparat entspricht auch ein Empfangsapparat; auf jeder Station sind vier, auch sechs Apparate, die Arme müssen über die Vertheiler ganz synchron laufen.

• Früher waren alle diese Apparate auf einen Tisch montirt und von einer gemeinsamen Axe aus vollzog sich die Bewegung der Räder, Druckcylinder etc. etc.

Ebenso war dies der Fall beim Apparat Baudot, der seine Depeschen nicht wie der vorige in Morsezeichen, sondern in Buchstaben druckt, wie der Hughes.

¹⁾ Alois Bauer hat seinen 1873 bereits halbvollendeten Illimittelegraphen mit solchem Vertheiler versehen; es war dies einer der ersten dieser Art.

Allein der Synchronismus war schwer zu erhalten, und da die Zeichengebung und ihre Dauer, sowie die Exactheit der letzteren abhängt von der Ausnützung der kleinsten Zeittheilchen, so würde eine kleine Verschiebung schon ein anderes Zeichen hervorrufen. Je schwerfälliger ein Mechanismus ist, desto schwieriger ist der Synchronismus zu erhalten; es war daher, wenn die Mehrfachtelegraphie überhaupt Fleisch und Blut gewinnen sollte, nöthig, die Aufgabe des Synchronismus nur zwei relativ leichten Apparaten aufzuerlegen, die besser controlirt und regulirt werden können; diese, die Hauptapparate besorgen dann die Austheilung der Arbeit an die zu ihnen in Dependenz stehenden Arbeitsapparate, die, unabhängig von einander, nur von den Quadranten oder Sextanten der Hauptapparate abhängen. Diese Abtrennung der Hauptapparate und Abscheidung der Nebenapparate hat Granfeld in seinem Hughes-Perfector angestrebt, und Meyer, sowie Baudot sind ihm rasch hierin gefolgt.

Wir hätten nur noch von der Stimmgabeltelegraphie zu sprechen; sie ist im Werdestadium begriffen und dürfte ein gutes Mittel bieten für Erhaltung des Synchronismus.

Wenn eine Stimmgabel, in den Stromkreis eingeschaltet, vibriert, indem man ihren Zinken die Pole eines Elektromagneten gegenüberstellt, so erhält man einen intermittirenden Strom, der so oft in der Secunde unterbrochen wird, als die Stimmgabel in dieser Zeit schwingt. Wird dieser so dividirte Strom in einen zweiten Elektromagnet geleitet und diesem gegenüber

ein gezahntes Rad von weichem Eisen, auf einer verticalen Axe montirt, gestellt, so dreht sich das Rad unter dem Einfluss der Anziehung, den der zweite Elektromagnet auf den Radkranz übt. Jeder Stromimpuls zieht einen Zahn an; hat daher ein Rad 50 Zähne und die Stimmgabel 200 Schwingungen per Secunde, so macht das Rad vier Umdrehungen per Secunde, das ist so mathematisch genau, dass man darauf auch eine Multiplextelegraphie gründen kann.

Noch der Leistungsfähigkeit der einzelnen Apparatsysteme sei gedacht.

Bei einer guten Leitung von 700 Kilometer Länge befördert per Stunde Depeschen :	Der einfache Morse	25 à 20 Worte
	Im Duplexsysteme	45 " " "
	Der einfache Hughes	60 " " "
	Im Duplexsysteme	110 " " "
	Der Meyer-Multiplex bei vier	} Cla- 100 " " "
	Der Granfeld bei vier	
	Der Baudot (bei sechs Clavieren)	260—300 " " "
	Der Automat Wheatstone	90 " " "
	Im Duplexsysteme	160 " " "
	Das Spiegelgalvanometer	30 " " "
	Der Siphon recorder	25 " " "
Der Undulator	20 " " "	

Sollen wir noch Angesichts der gegenwärtigen von den künftigen Wundern der Telegraphie sprechen? oder von der Telephonie, vom Photophon, vom Radiophon? Es scheint, dass man genug Stoff zu bewundern hat, und dass das Gesagte schon die Achtung vor dem ältesten Zweig der Elektrotechnik zu begründen vermag, die wir ihm gerne erwerben möchten.

Was wären die Eisenbahnen ohne die Telegraphie? Es ist der geistige Wächter ihres Ganges, der hier in den neben ihnen gezogenen Drähten für sie arbeitet. Was ist die Telegraphie für den Staat in Krieg und Frieden? In die Tiefen der Erde, in die Schächte der Bergwerke hat sie ihr Netz gespannt. Wohin wir sehen, da sehen wir ihren Einfluss, und sie führt eine ganz würdige Tochter, die Telephonie, an ihrer Seite, die sich auch schon an den Aufgaben der Telegraphie versucht und vielleicht sie in manchen Fällen überflügeln wird.

Zwischen New-York und Chicago, zwischen Berlin und Magdeburg, zwischen Liverpool und Manchester, zwischen vielen Städten der Schweiz herrscht der Telephonverkehr. Chicago selbst besitzt 17.000 Abonnenten, Stockholm 2800, Havannah 650, selbst das ferne China und Japan haben sich diese Erfindung der westlichen Barbaren zu eigen gemacht. Shanghai zählt 77, Hounkong 40 Abonnenten. In den Telephonunternehmungen Englands, Frankreichs und Amerikas allein ist ein Capital von 12,000.000 Pfund Sterling investirt. Das ist die äusserst flüchtige Skizze des grossen und wunderbarsten aller Verkehrsmittel, das bei allen Leiden und Freuden des Einzelnen wie der ganzen Völker sympathische Zuckungen durch das Nervengeflecht der Mutter Erde sendet!

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1884

Band/Volume: [24](#)

Autor(en)/Author(s): Kareis Josef

Artikel/Article: [Die Telegraphie in der Elektrotechnik. 429-460](#)