Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 11 (1920)

Heft: 12

Artikel: Beiträge zur Vorgeschichte der Elektrotechnik

Autor: Fischer-Hinnen, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1061811

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

entgegengesetzten Seiten (meist ausserhalb der Zeitschrift) angegriffen wurden, darf uns vielleicht schliessen lassen, dass wir uns im allgemeinen auf der richtigen Linie bewegten.

Allen meinen Mitarbeitern im Generalsekretariat, die mir mit Eifer und Geschick in hohem Masse bei der Redaktion behilflich waren, sage ich meinen herzlichsten Dank. Möge es nun meinem Nachfolger, von dem ich aus langjähriger persönlicher Bekanntschaft weiss, dass er in der Redaktion nach den gleichen Grundsätzen wirken und den Geist absoluter Sachlichkeit und Gewissenhaftigkeit walten lassen wird, vergönnt sein, die Mitarbeit der Glieder unserer beiden Verbände in höherem Masse zu gewinnen und das „Bulletin des S. E. V." noch besser zu dem zu entwickeln, was mir vorschwebte.

Zürich,
im Dezember 1920

Prof. Dr. Wyssling.

Beiträge zur Vorgeschichte der Elektrotechnik.[1])

Von *J. Fischer-Hinnen,* Oerlikon.

Bis etwa um die Mitte des 16. Jahrhunderts bestand unser gesamtes Wissen von der Elektrizität und vom Magnetismus in nicht viel mehr, als was schon den alten Griechen seit *Thales von Milet* (600 v. Ch.) bekannt war und uns durch die farbenprächtigen Schilderungen von *Lucretius Carius* (geb. 59 v. Ch.) in seinem Buche *„De rerum naturae"* überliefert ist. Man wusste beiläufig, dass der geriebene Bernstein andere Körper anziehe und ebenso waren die Eigenschaften des Magneteisensteins bekannt. Rechnet man dazu noch die Erfindung des *Kompasses* durch die Chinesen, dessen Gebrauch sich etwa mit dem 12. Jahrhundert in Europa einbürgerte und die Wiederentdeckung der *magnetischen Deklination* durch *Kolombus*[2]) (1493), so ist damit so ziemlich alles Wissenswerte aufgezählt.

Freilich gab es auch Menschen, welche noch mehr darüber wussten und denen nicht verborgen blieb, dass der Magnet auch ein vortreffliches Gegenmittel gegen Liebeszauber sei. So z. B. heisst es in einem alten Arzneibuche aus dem Jahre 1532 betitelt *„Spiegel der Arzeney"*: So du besorgest ein Fraw hab dir Liebe zu essen geben, nimm ein Quintlein Perlin, ein Quintlein Iperikon, alles gestossen und getrunken mit Melissenwasser und häng einen *Magnet* um den Hals".

Selbständige Studien und Experimente scheint erst *William Gilbert* (geb. 1540), der Leibarzt der Königin Elisabeth von England, jener Elisabeth, die Maria Stuart und den Grafen Essex hinrichten liess, angestellt zu haben. Dieselben sind in seinem im Jahre 1600 erschienenen Werke „Tractatum sive physiologia nova de magnete magneticisque corporibus et de magno magnete tellure" zusammengestellt.

Hier kommt auch zum erstenmal die Bezeichnung *„Elektrizität"* vor. Gilbert unterscheidet zwischen Stoffen, die, wie Zement, Schwefel, Gummi, Kolophonium usw. durch Reiben elektrisch werden, und solchen, wie Alabaster, Marmor, Knochen, Metalle, Holz

---

[1]) Der nachstehende Aufsatz bildet den Anfang einer Reihe von Vorlesungen, welche der Verfasser teils am Technikum Winterthur, teils bei verschiedenen Anlässen hielt. Zweck derselben war, unserer jungen Technikerschaft die Bedeutung der Geschichte der Technik, an welcher bekanntlich unsere schweizerischen Gelehrten und Techniker in hervorragender Weise mitgearbeitet haben, vor Augen zu führen und in ihnen Sinn und Verständnis für die Objekte jener Zeit wachzurufen. Leider muss konstatiert werden, dass mehr und mehr alle historisch wertvollen Objekte verschwinden, indem sie entweder eingeschmolzen oder an ausländische Museen verschenkt werden (Beispiel: Erste Sulzerdampfmaschine, Kriegstetter Dynamos usw). Es ist deshalb höchste Zeit, dass das wenige, was uns aus der ersten Entwicklungsperiode der Technik noch übrig bleibt, gesammelt werde und ergeht daher an alle, welche noch im Besitze alter Maschinen, Apparate oder Bücher und dergleichen sind, die dringende Bitte, den Schreiber dieses Artikels davon zu verständigen.

[2]) Die früheste Erwähnung der Deklination in einem Druckwerke soll sich übrigens nach Dir. *Maurer* (Jahrbuch des Schweiz. Alpenklubs, 1914—15, pag. 330) in der berühmten Geographie des Glarners *Heinrich Loriti (D. Henrici Glareani Poetae Laureati de Geographia Liber Unus, Basileae 1527)* vorfinden.

Fig. 1

usw., die nicht elektrisch werden. Ebenso ist ihm auch der Einfluss der Luftfeuchtigkeit auf die Erregung nicht verborgen geblieben.

In Deutschland dürfte sich zum erstenmal *Otto von Guericke* (siehe Fig. 1), der Erfinder der Luftpumpe und des Manometers mit ähnlichen Versuchen beschäftigt haben, von denen einige in seinem 1672 gedruckten, auch sonst überaus interessanten Werke *„Ottonis v. Guericke Experimenta nova magdeburgica"* beschrieben sind. Was uns hier am meisten interessiert, das ist die erste Beschreibung einer freilich sehr primitiven *Elektrisiermaschiene.* Dieselbe bestand aus einer auf einer Eisenstange befestigten und zwischen zwei Lagern drehbar angeordneten Schwefelkugel, welche von Hand gedreht wurde. Als Reibzeug dienten ebenfalls die Hände.

Diese Maschine, mit der sich naturgemäss grössere Elektrizitätsmengen, als auf die frühere Weise erzeugen liess und die bis zum Erscheinen der sogenannten *Leidnerflasche* (zirka 100 Jahre später) das wichtigste und imponierendste Rüstzeug der alten *„Elektrisierer"*, so nannte man sie nämlich, bildete, hat im Laufe der Zeit verschiedene Wandlungen durchgemacht.

Die erste bestand darin, dass man die Schwefelkugel durch eine *Glaskugel* (Fig. 2) ersetzte, eine Verbesserung, die der in der alten Literatur vielfach zitierte Engländer *Hawksbee* 1705 einführte. Etwa 40 Jahre später ersetzte der aus Schottland gebürtige aber in Erfurt lebende Benediktiner Mönch *Gordon* die Kugel durch eine Glasröhre, worauf ihr 1755 der damalige Direktor des Haldensteinschen Seminars *Planta,* ein geborener Engadiner, die noch heute übliche Form einer Glasscheibe gab.

Zu welchen Monstra von Elektrisiermaschinen man allmälich gelangte geht aus einer Schilderung des Holländers *v. Marum* hervor, wonach er im Jahre 1785 eine solche Maschine mit zwei Scheiben von 1 m 65 cm Durchmesser baute, die einen Funken von 60 cm lieferten und imstande war, ein Elektrometer auf 12 m Entfernung zu beeinflussen.

Mit elektrischen Versuchen gaben sich um die Wende des 17. und anfangs des 18. Jahrhunderts vornehmlich die Engländer ab. In Deutschland und in der Schweiz hatte man damals „wichtigeres" zu tun; befinden wir uns doch in der Blüte-

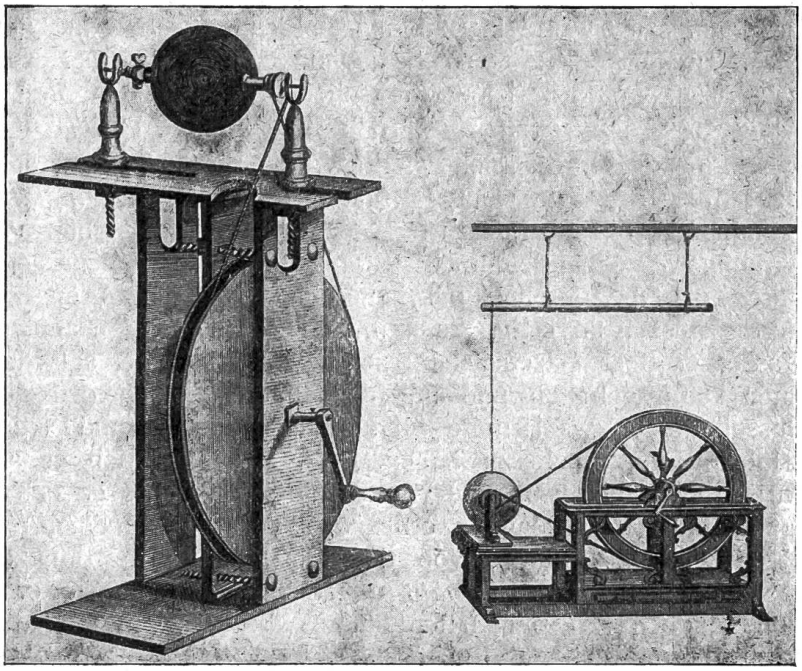


Fig. 2

zeit des Zauberwesens und der Hexenprozesse, an denen nicht nur die katholische, sondern auch die protestantische Geistlichkeit und Juristerei mit einer seltenen Einstimmigkeit beteiligt war. Vergeblich erhoben bedeutende Männer, wie *Joh. Weiher,* der Priester *Cornelius Loos* und der hochherzige Graf *Friedr. v. Spee,* der nebenbei bemerkt dem Jesuitenorden angehörte, ihre Stimme gegen dieses Verbrechen an der menschlichen Vernunft. Sie konnten es nicht hindern, dass noch im Jahre 1678 in Salzburg an einem Tage 97 Personen verbrannt wurden. In einer solchen geistigen Atmosphäre war natürlich für die Wissenschaft wenig zu holen.

Unter den *englischen* Experimentatoren jener Zeit finden wir auch *Rob. Boyle* (1670), der nachwies, dass die elektrische Anziehung ebenfalls im luftleeren Raume stattfinde und dass der *Rauch* von elektrischen Körpern angezogen werde. Daneben stellte er und das ist bezeichnend für die Anschauungsart jener Zeit, ernsthafte Versuche darüber an, *ob ein elektrischer Körper einen nicht elektrischen gleich stark anziehe, wie der letztere den ersteren.* Wir dürfen uns darüber nicht allzusehr wundern, da ja das Gesetz von der Gleichwertigkeit zwischen *actio* und *reactio* erst 17 Jahre später in den „*Prinzipien*" von *Newton* als eigentliches Naturgesetz auftaucht. Selbst *Kepler* hatte darüber noch recht sonderbare Vorstellungen. So schreibt er in der Einleitung zu seiner „Neuen Astronomie": „Die Schwere ist ein den bekannten Körpern zukommendes Bestreben nach gegenseitiger Vereinigung. *Viel kräftiger zieht die Erde den Stein, als der Stein die Erde an.*"

Ein ebenfalls viel genannter Experimentator jener Zeit war der schon früher erwähnte *Hawksbee,* dessen Versuche in alle möglichen Sprachen übersetzt wurden. So z. B. erschien auch in *Florenz,* wo man sich damals ganz besonders eifrig mit elektrischen Versuchen beschäftigte, eine italienische Ausgabe. Das sehr seltene, aus dem Jahre 1715 stammende und mit dem Imprimatur der Inquisition versehene Werklein befindet sich in der Bibliothek des Technikums Winterthur.

Beinahe noch erfolgreicher als Hawksbee war sein Landsmann *Stephan Grey* (gest. 1736), der mit elektrischen Versuchen erst etwa sieben Jahre vor seinem Tode begann, nachdem er schon früher eine Anzahl Arbeiten über Optik veröffentlicht hatte.

Seine wichtigste Entdeckung ist die, dass gewisse Körper die Elektrizität *leiten,* während sie andere weniger gut oder gar nicht leiten (*Philos. Trans.* 1731). Ferner entdeckte er die elektrische *Influenz* und den Isolierschemel und war einer der ersten, welcher die Natur des Blitzes als eine elektrische Erscheinung erkannte.

Schon *Otto v. Guericke* hatte beobachtet, dass Flaumfedern von der Schwefelkugel zuerst angezogen und hierauf abgestossen wurden, ohne sich hiefür eine richtige Erklärung geben zu können. Eine solche gelang erst *du Fay* (1733—37), der auch zum erstenmal zwei Arten von Elektrizität unterscheidet. Je nach ihrem Ursprung bezeichnet er dieselbe als *électricité vitrée* (Glaselektrizität) und *électricité rézineuse* (Harzelektrizität).

Eine ausserordentlich wichtige Bereicherung erfuhr sodann das elektrische Kabinett im Jahre 1745 durch die Erfindung der *Verstärkungsflasche.* Die Priorität dieser Erfindung gebührt ohne Zweifel dem Claminer Domherr *v. Kleist,* obwohl er über ihre Wirkungsweise nicht völlig im Klaren gewesen zu sein scheint. Wenige Wochen später wurde dieselbe durch Zufall neuerdings von dem Professor *Pieter Musschenbrock* in's Hertogenbosch entdeckt, als er in Gegenwart eines Bekannten, namens *Cunäus* aus *Leiden* Wasser in einer Flasche elektrisieren wollte. Dabei soll der letztere die Flasche in der einen Hand gehalten und mit der andern zufällig den Zuführungsdraht berührt haben. Musschenbrock wiederholte hierauf den Versuch und scheint dabei ziemlich schlimme Erfahrungen gemacht zu haben. Wenigstens schrieb er an seinen Freund *Réaumur* in Paris „nicht um die Krone von Frankreich möchte er sich noch einmal solcher Wirkung aussetzen". Von Réaumur erhielt sodann der *Abbé Nollet,* von dem wir später noch hören werden, Kenntnis von dieser Erfindung, der ihr zu Ehren des eigentlichen Entdeckers, nämlich jenes *Cunäus* aus Leiden, den Namen *Leidenerflasche* gab, den sie bis zum heutigen Tag beibehalten hat.

Als Kuriosum sei hier auf ein erst kürzlich erschienenes Buch von *Hermann Plauson* über „Die Gewinnung und Verwertung atmosphärischer Elektrizität" hingewiesen, worin die Vermutung ausgesprochen wird, dass auch die *Bundeslade* der alten Juden nach dem Prinzipe der „Leidner-

flasche hergestellt gewesen sei. Er beruft sich hierbei auf die im III. Buche Moses enthaltene ausführliche Beschreibung, wonach dieselbe aus Akazienholz bestand, innen und aussen mit Gold beschlagen war und die Eigenschaft besass, Leute, welche sie berührten zu töten. Berücksichtigt man weiter, dass das Dach des Tempels von Jerusalem, nach anderen Beschreibungen, mit hunderten von vergoldeten Akazienstangen versehen war, mit denen die Bundeslade möglicherweise in Verbindung stand, und dass schon den alten Aegyptern der Blitzableiter bekannt war, so würden sich jene Unfälle allerdings auf höchst natürliche Weise erklären lassen. Demnach hätte die Leidnerflasche das respektable Alter von rund 3200 Jahren.

Es liegt auf der Hand, dass diese Versuche auch in *Deutschland* mit Interesse verfolgt und wiederholt wurden. Von den verschiedenen Physikern, welche sich damit befassten, seien hier nur die zwei bedeutendsten genannt, nämlich der in Berlin lebende Philosoph und Philolog Dr. *Joh. Heinrich Winkler* und der Gerichtsherr und nachmalige Bürgermeister von Danzig *Daniel Gralath* (geb. 1703). Von dem ersteren rührt die heute noch gebräuchliche Form des Reibzeuges der Elektrisiermaschine her, ferner verbesserte er die Leidenerflasche, indem er sie aussen noch mit einem Belag versah; den innern Belag bildete die Wasserfüllung.

Gralath ist hauptsächlich durch seine Geschichte der Elektrizität bekannt geworden. Sie erschien zwischen den Jahren 1747—1756 in einem Werke betitelt „*Versuche und Abhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Dantzig*", dessen I. Band ich für die Bibliothek des Technikums Winterthur erwerben konnte. Ferner wies er die *Leitfähigkeit des Wassers* nach und zeigte, dass ein elektrischer Schlag nur zustande kommen kann, *wenn der Stromkreis geschlossen ist(!)*. So selbstverständlich uns dies heute erscheint, so hat es doch vieler Jahre bedurft, bis diese Tatsache allgemein erkannt wurde. Ihm verdanken wir auch die Erfindung der *Leidenerbatterie*, d. h. die Zusammenstellung einer grösseren Zahl von Flaschen zu einer Batterie. Ebenso soll er ungefähr gleichzeitig mit dem Engländer *Ellicott* in London eine *Wage* erfunden haben, mit Hilfe welcher die auf die eine Wagschale ausgeübte elektrische Anziehung gemessen wurde. Dieses Faktum verdient festgehalten zu werden, weil wir hier dem ersten Versuch eines *elektrischen Messinstrumentes* begegnen und zwar eines Messgerätes, das gewissermassen als Urtypus des 120 Jahre später von *Sir William Thomson* (Lord *Kelvin*) entworfenen absoluten Elektrometers gelten kann.

Ungefähr in die gleiche Zeit fällt die Erfindung oder besser gesagt die Wiedererfindung des *Blitzableiters* durch *Benjamin Franklin* (1752). Tatsächlich findet sich nämlich in dem Werke des griechischen Geschichtsschreibers *Ktesias*, der 400 Jahre v. Chr. am Hofe des Königs *Artaxerxes Mnemon* lebte, eine Stelle, wonach die Indier Eisenstangen in den Boden steckten, um Wolken, Hagel und Blitzstrahlen abzulenken. Ebenso ist anhand von altägyptischen Inschriften nachgewiesen worden, dass die neben den Tempeln von *Edfu* und *Dendera* aufgestellten, mit Kupfer beschlagenen Holzstangen dem gleichen Zwecke dienten.

Trotzdem kann Franklin das Verdienst nicht abgesprochen werden, diese ausserordentlich nützliche Erfindung ihrer rund 2000jährigen Vergessenheit entrissen zu haben. Freilich ging ihre Einführung nicht überall so glatt vonstatten. So z. B. musste der erste im Jahre 1756 von dem Prämonstratenser Chorherr *Procopius Divisch* in *Prenditz* (Mähren) aufgestellte Blitzableiter auf Drängen der Bauern wieder entfernt werden, weil zufällig ein sehr heisser Sommer herrschte, was die abergläubische Bevölkerung der Einwirkung des Blitzableiters zuschrieb. Aehnlichem Widerstande begegnete derselbe in der *Schweiz*, bis schliesslich der berühmte Genfer Naturforscher *de Saussure* 1771 auf seinem Hause einen Blitzableiter anbrachte und die darüber entsetzten gottesfürchtigen Gemüter dadurch beruhigte, dass er auf seine Kosten eine Broschüre über die Nützlichkeit des Blitzableiters drucken liess, die er gratis verteilte.

Auch die *Franzosen* standen dieser Erfindung anfänglich durchaus ablehnend gegenüber. So wird berichtet, dass im Jahre 1782 in Philadelphia von rund 1300 Häusern 400, worunter sämtliche öffentlichen Gebäude mit alleiniger Ausnahme der französischen Gesandtschaft mit Blitzableitern ausgerüstet waren. Diese Abneigung verschwand erst, als im gleichen Jahre während eines heftigen Gewitters der Blitz gerade in dieses Gebäude einschlug und dabei einen Offizier tötete.

Gewöhnlich wird auch *Franklin* die Erfindung der sogenannten Franklin'schen Tafel, der Vorläuferin des *Kondensators* zugeschrieben, doch ist dies zum mindesten zweifelhaft, da die Priorität dieser Erfindung gleichzeitig von dreien, nämlich dem Dr. *Bevis*, dem Mechaniker *Smeaton* und dem Maler *Wilson* beansprucht wird.

Auf alle Fälle verdanken wir aber Franklin eine Reihe von wichtigen Erfahrungssätzen. So hat er als erster mit der von *Nollet* und *Symmers* herrührenden *Zweiflüssigkeits-Hypothese* gebrochen und sich zu Anschauungen bekannt, die, wenn auch während eines Jahrhunderts umstritten, heute durch die moderne *Elektronentheorie* einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit erlangt haben. „Durch die ganze körperliche Natur", so sagt er, „ist eine sehr feine Materie verbreitet, welche den Grund und die Ursache aller elektrischen Erscheinungen enthält. Die Teile dieser feinen Materie, welche man nach Belieben Aether, Feuer, Licht oder anderes mehr bezeichnen könnte, stossen sich untereinander ab. Sie werden aber von der gemeinen Materie, aus welcher die Körper bestehen, stark angezogen. Enthält ein Teil körperlicher Materie so viel von dieser feinen elektrischen Materie, als er einnehmen kann, ohne dass dieselbe auf der Oberfläche angehäuft liegen bleibt, so ist er in Hinsicht auf die Elektrizität in natürlichem Zustand. Ein Mehreres macht ihn *positiv* oder *plus*, weniger *negativ* oder *minus elektrisch*. Alle Erscheinungen entstehen durch Uebergang dieser Materie aus einem Körper in einen andern und durch proporzionale Verteilung".

Wie man sieht, schrieb er der „Elektrizität", im Gegensatz zu der heutigen Gepflogenheit *positive* Eigenschaften zu, was auch logischer ist.

Wenn man die Liste der Männer durchgeht, welche in irgend einer Beziehung mit der Entwicklungsgeschichte der Elektrizität verwachsen sind, so wird man nicht ohne Staunen wahrnehmen, dass sich darunter nicht nur Physiker vom Fach, sondern fast ebenso zahlreich Gebildete aller möglichen Stände, Aerzte, Chemiker, Juristen, Theologen und sogar zahlreiche Laien befinden und es ist für unsere moderne Anschauung, wonach der Befähigungsausweis eines Individuums mehr und mehr vom erfolgreichen Besuch einer höhern Schule abhängig gemacht wird, nicht gerade schmeichelhaft, feststellen zu müssen, dass wir besonders den Laien die grössten und wichtigsten Entdeckungen zu verdanken haben. Es sei hier nur an den ehemaligen Buchbindergesellen *Faraday* und den früheren Modelltischler *Gramme* erinnert.

Selbst der grosse *Davy* war, genau betrachtet, ein Autodidakt, der alle seine Kenntnisse aus sich selbst und dem Studium der Bücher schöpfte, und seine Laufbahn bei einem Chirurgen Namens *Borlase* begann. Dabei darf man sich unter einem Chirurgen der damaligen Zeit natürlich nicht etwa Leute vom Schlage eines *Virchow* oder *Kochers* vorstellen, vielmehr wurde dieses Metier genau so wie dasjenige eines Schusters oder Schreiners handwerkmässig angelernt.

Auch *Franklin* war ein Autodidakt, der sich durch eigene Kraft vom einfachen Buchdrucker zum ersten Bürger seines Landes, und einem weit über die Grenzen seiner Heimat geachteten Gelehrten heraufschwang. Freilich dürfen wir bei der Beurteilung solcher Sonderleistungen billigerweise nicht übersehen, dass eben der damalige Stand der allgemeinen Bildung solche Ausnahmefälle begünstigte, während es heute ausserordentlicher Anstrengungen bedarf, um sich nur auf einem verhältnismässig beschränkten Gebiete des Wissens einen Namen zu schaffen. Es hängt dies nicht nur mit dem gewaltigen Umfange unseres heutigen Wissens zusammen, sondern ist auch teilweise in der unrationellen Organisation unserer geistigen Arbeitsmethoden begründet, welche fast ein halbes Menschenalter verlangt, um sich nur notdürftig über das zu orientieren, was andere vor uns geleistet haben. Dazu kommen noch die erschwerten Lebensbedingungen, welche unser ganzes Denken und Handeln viel zu sehr beherrschen, um neben dem Kampf ums tägliche Brot noch die nötige Musse für rein wissenschaftliche Forschungen zu erübrigen. In dieser Beziehung befanden sich die Geistlichen früherer Zeiten mit ihrer beschaulichen Lebensweise in einer beneidenswerten Lage. Kein Wunder also, wenn wir gerade unter den letzteren einer ausgesprochenen Vorliebe für naturwissenschaftliche Studien begegnen, genau so, wie man nicht selten grosse Naturforscher am Schlusse einer erfolgreichen Lebens-

arbeit mit philosophischen und sogar religiösen Fragen beschäftigt findet. Solche Beispiele sind: *Descartes, Pascal, Leibnitz* und neuerdings *Ostwald* usw. Es ist dies eine vom menschlichen Standpunkt durchaus begreifliche Erscheinung, welche dem naturgemässen Bedürfnis entspringt, in das erlangte, zum Teil mosaikartige Wissen Einheitlichkeit zu bringen und über sich selbst und seine Stellung im Weltalle zur Klarheit zu gelangen.

Unter den Geistlichen jener Periode, welche sich dem Studium der Elektrizität hingaben, verdient ganz besondere Erwähnung der schon früher angeführte Abbé *Jean-Antoine Nollet* (1700—1770). Derselbe scheute selbst weite Reisen nach England und Italien nicht, um sich über die Fortschritte anderer durch den Augenschein zu überzeugen. Seine Spezialität scheinen hauptsächlich Versuche mit der Leidenerflasche gewesen zu sein, die er auf alles was da „kreucht und fleucht" losliess, wobei seinen Versuchen eine gewisse amerikanische Grosszügigkeit nicht abgesprochen werden kann. So soll er einmal in Gegenwart des Königs von Frankreich mit seinen Batterien nicht weniger als 180 Mann der Garde zur „Strecke" gebracht haben. Nicht zufrieden mit diesem Erfolg, liess er ein anderesmal das ganze Kirchenspiel beim Kloster antreten, wobei sich je zwei Personen mittels eines Eisenstabes fassen mussten, und erhielt derart eine Kette von 900 Toisen oder 1800 m. „Die ganze Gesellschaft, so heisst es in dem Bericht, *(Philos. Trans. abriged,* Vol. 10, p. 333) fuhr bei dem aus der Phiole herausgelockten Funken in einem und demselben Moment, plötzlich auf und empfanden insgesamt die Erschütterung auf gleiche Weise."

Ferner verbesserte er die Elektrisiermaschinen und machte den Vorschlag, die Stärke der Elektrizität durch den Ausschlag eines Faden-Elektroskopes zu messen. Da aber der Faden nicht berührt werden darf, so schlug er vor, den Ausschlag aus dem Schatten zu bestimmen, den die Faden auf eine dahinter befindliche Scheibe warfen.

Seine zahlreichen Arbeiten hat er zum Teil in seinem Werke *„Recherches sur les causes des phénomènes électriques"* 1749, teils in den *„Leçons de physique"* (1751) und *„Lettres sur l'électricité"* (1753) (Bibliothek des Technikums Winterthur) veröffentlicht, worin er neuerdings auf die schon früher von dem *Genfer Jalabert* entdeckte *„Spitzenwirkung"* aufmerksam macht und auch der früher von *Grey* und *Winkler* geäusserten Meinung beipflichtete, dass der Blitz von gleicher Art wie die Elektrizität sei.

Es mag vielleicht von einigem Interesse sein, bei dieser Gelegenheit an die höchst merkwürdigen Memoiren des *Chevalier de Forbin* 1696 zu erinnern, wo bei der Besprechung des *Elmsfeuers* behauptet wird, dass die an den Rhaen und Masten der Schiffe aufretenden Flammen einen Schutz gegen den Blitz darstellen „denn nach Art ihrer Natur könnten sie nicht entstehen, wenn nicht die elektrische Materie eine freie Fahrt dahin, von oder nach der Erde hätte, und wenn diese Umstände zutreffen, so wird die Elektrizität auf der Stelle ohne Knall zerstreuet, wodurch dann der Donner seine Kraft verlieret" *(Priestley).*

Demnach hätte also bereits *de Forbin* die elektrische Natur des Blitzes erkannt und richtig erklärt, wenn man auch bezüglich des vermuteten Schutzes vielleicht verschiedener Ansicht sein kann. Dass übrigens auch den Alten das Elmsfeuer nicht unbekannt war, geht aus zahlreichen römischen und griechischen Schriftstellern, wie Cäsar, Titus-Livius, Seneca, Plutarch und Plinius hervor.

Wie bereits bemerkt, vertrat *Nollet* mit *Symmers* die Ansicht, dass die Elektrizität sich aus zwei Flüssigkeiten zusammensetze, während *Franklin* alle Erscheinungen aus einem Ueberschuss oder Manco des als „Elektrizität" bezeichneten Stoffes zu erklären versuchte. Zwischen den Anhängern der beiden Richtungen entbrannte in der Folge ein heftiger Streit, an dem sich wohl der kampflustige Herr Abbé, nicht aber Franklin beteiligte. Ueberhaupt war *Franklin* derartigem Streiten abgeneigt. „Es ist auch gar nicht so viel daran gelegen, schreibt er einmal, die Art und Weise wie die Natur ihre Gesetze vollzieht, zu kennen. Genug, wenn wir nur die Gesetze selbst kennen. Es ist von einem wirklichen Nutzen für uns, zu wissen, dass ein in die Luft geworfenes Stück Porzellan, wenn es nicht wieder aufgefangen wird, zu Boden fällt und bricht, aber warum es herunterfällt und bricht sind

Spekulationsmaterien. Es ist zwar ein Vergnügen dieses zu wissen, *aber wir können unser Porzellan auch ohne dies bewahren*".

Dieser Ausspruch erinnert einen lebhaft an einen ähnlichen von *Oliver Heaviside* im 2. Band seiner *Electromagnetic Theorie:* „Soll ich vielleicht deshalb, weil mir der Prozess der Verdauung nicht völlig bekannt ist, mein Mittagessen refusieren? Gewiss nicht, wenn ich mit dem Resultat zufrieden bin."

Zur Entscheidung der Frage, welche der beiden Theorien die meiste Wahrscheinlichkeit für sich habe, kam es natürlich wesentlich darauf an, die Richtung des Stromes in eindeutiger Weise festzustellen, wobei zur Unterstützung der verschiedenen Ansichten oft die seltsamsten Argumente herangezogen wurden. Wir sind heute geneigt, über jenen Streit und die dabei ins Treffen geführten Beweise zu lächeln, aber mit Unrecht, denn wir sind in den letzten 170 Jahren um keinen Schritt weiter gekommen. Nicht nur das, wir sind heute gerade so weit, um eingestehen zu müssen, *dass alle unsere Stromrichtungsregeln verkehrt sind.* Oder will heute noch jemand im Ernste behaupten, dass der elektrische Strom, worunter doch nur die frei beweglichen Elektronen, also die „negative" Elektrizität gemeint sein kann, in Wirklichkeit vom *positiven* zum *negativen* Pole fliesse, wie in jedem Schulbuche nachzulesen ist?

Genau so unhaltbar ist die immer wiederkehrende Behauptung, dass die Elektrizität selbstverständlich von einem Punkte höheren Potenziales nach solchen geringeren Potenziales fliesse, als ob das Potenzial etwas ähnliches wie das Gefälle bei einer hydraulischen Anlage sei. Man überlege sich doch nur einmal den Fall zweier gleich grossen positivgeladener Kugeln verschiedenen Potenziales, und wird sofort zugeben müssen, dass diesmal die Elektrizität *selbstverständlich* umgekehrt fliesst. Doch kehren wir wieder zu dem eigentlichen Gegenstand unserer Betrachtung zurück.

Unter den verschiedenen Gelehrten die sich kurz nach Franklin mit dem Studium der atmosphärischen Elektrizität befassten, und es sind wenige die es nicht taten, verdient ganz besonders der ebenfalls dem geistlichen Stande angehörige Turiner Professor *Giac. Battista Beccaria* genannt zu werden. Derselbe warnte nämlich alle, welche solche Versuche anstellten, sich nicht allzusehr auf die Leitfähigkeit benachbarter Leiter als Blitzschutz zu verlassen *(Elettricismo artificiale e naturale* 1769*)* [1]), weil der Blitz nicht in einem „ungeteilten Strahle" in die Erde fahre, sondern sich *„über die Oberfläche im umgekehrten Verhältnis der Widerstände* verteile" (S. 257). Damit sagt er genau das, was *Kirchhoff* zirka 85 Jahre später in seinem zweiten Gesetze ausgesprochen hat.

Dies ist aber nicht alles. Noch viel merkwürdiger sind seine Versuche, um mit Hilfe des elektrischen Funkens Metalle aus ihren Verbindungen zu reduzieren oder wie man damals sagte, zu *„revivifizieren"*. So z. B. soll es ihm gelungen sein auf diese Weise Zink rein und Quecksilber aus Zinnober zu gewinnen. Dabei stand er freilich noch vollständig auf dem Boden der alten phlogistischen Theorie, welche erst zehn Jahre später durch *Lavoisier* zu Fall gebracht wurde, indem er behauptete, dass die beim Revivifizieren von Kalk neben den metallischen Flecken auftretenden schwarzen Streifen von freiwerdendem Phlogiston herrühren.

Sehr interessant ist ferner eine andere Stelle (S. 304), wo er auf die Möglichkeit eines inneren Zusammenhanges zwischen Elektrizität und Magnetismus hinweist und mit den Worten schliesst: *Perciocchè il fatto è verissimo, che una scintilla elettrica di certa dose tradotta per un ago gli dà, gli toglie, o rovescia la direzione magnetica*".

Es liegt auf der Hand, dass vom Elektrisieren von Personen zum Zwecke der Belustigung bis zur Anwendung derselben für Heilzwecke nur ein kleiner Schritt war. Einer der ersten, wenn nicht der erste, der solche Versuche unternahm, scheint der bereits erwähnte *Genfer* Philosoph und Mathematiker *Jallabert* gewesen zu sein, dem es durch längere Anwendung des Verfahrens gelang einen Schlossermeister, dessen rechter Arm gelähmt war, zu heilen. Nicht alle hatten aber gleichen Erfolg, so dass dem Verfahren von

[1]) Den Besitz dieses wertvollen Werkes verdanke ich der Liebenswürdigkeit von Herrn *Prof. G. Vallauri* in Livorno, der es nach langem vergeblichem Suchen bei einem Antiquar in Turin entdeckte.

verschiedenen Seiten Gegner erstanden, worunter auch der berühmte *Alb. Haller* in *Bern* (1768), sowie ein gewisser *Casimir Medicus* in *Zürich* (1766), der sich dagegen in einer Schrift wendete.

Was man alles von der Elektrizität erwartete geht aus einer sehr ergötzlichen Schilderung von *Nollet* hervor, wonach ein Turiner Arzt entdeckt haben wollte, dass der Elektrizität, in gewisser Form und Dosierung appliziert, Eigenschaften innewohnen, die man bisher dem Rizinusöl nachrühmte. Er beschreibt dann ausführlich, wie er gemeinschaftlich mit jenem Arzt Experimente an 30 Personen verschiedenen Alters und Geschlechtes vornahm, die jedoch nur bei einem Individuum von Erfolg gekrönt waren.

Der gleiche *Jallabert* stellte auch im Jahre 1746 nach einem kurz vorher von *Maimbray* in *Edinburgh* vorgeschlagenen Verfahren Versuche mit elektrisierten Pflanzen an und will beobachtet haben, dass dieselben weit schneller wuchsen und feinere Stengel, Blätter und Blüten trugen, als wenn sie nicht elektrisiert waren. *Priestley* bemerkt hiezu in seiner Geschichte der Elektrizität (1767), „der merkwürdigste Fall, den er getroffen habe sei der, dass das Elektrisieren die Absonderung derjenigen Materie, aus welcher das Haar entstehe, befördere und dass ein gewisser Teil, welcher lange Zeit kahl blieb, dadurch wirklich wieder Haare bekommen habe (also eine Art Saluskur)!

Dieser *Priestley*, der kein geringerer als der berühmte Entdecker des Sauerstoffes ist, verdient es übrigens, dass wir uns etwas näher mit ihm befassen. Ursprünglich Prediger einer Dissentergemeinde, wurde er wegen seiner Freisinnigkeit gezwungen sein Amt niederzulegen, worauf er sich nach Hackney in der Nähe von London zurückzog und sich naturwissenschaftlichen Studien widmete. Daneben schrieb er eine ganze Reihe von Büchern und Schriften religiösen und historischen Inhalts, so eine Geschichte Englands, eine allgemeine Weltgeschichte, eine englische Grammatik, verschiedene Schriften über die Erziehung und ein zweibändiges Werk über die Geschichte der Optik. Im Jahre 1794 endlich siedelte er nach Northumberland in Pa. Amerika über, wo er noch bis 1804 lebte. Sein Häuschen mit Laboratorium steht heute noch und ist erst letztes Jahr bei einer öffentlichen Versteigerung in den Besitz einer amerikanischen Universität übergegangen, deren Namen mir leider entfallen ist.

Die Chemiker zählen *Priestley* als einen der ihrigen, da er nicht nur den Sauerstoff entdeckte, sondern auch zum erstenmal aus Schwefeläther, Olivenöl, Pfefferminzöl und Alkohol Wasserstoff erzeugte.

Er war ferner der erste, welcher die Zersetzung der Luft durch den elektrischen Funken beobachtete, eine Erscheinung, die dann von *Cavendish* näher untersucht und dahin erklärt wurde, dass sich in der Luft unter der Einwirkung der Feuchtigkeit salpetrige Säure gebildet habe (Philos. Trans. 1788), was das bedeutet weiss jeder, der sich schon einmal mit der Konstruktion von Hochspannungsmaschinen und Transformatoren befasst hat; wie lange ist es aber gegangen bis die Elektrotechniker diese schon vor 130 Jahren bekannte Tatsache neuerdings entdeckten und entsprechende Schutzmassregeln dagegen erfanden!

Priestley war eben nicht nur Chemiker, sondern auch Physiker und bezeichnete sich selbst mit Vorliebe als solchen. Sein Hauptverdienst ist unstreitig seine im Jahre 1767 erschienene *Geschichte der Elektrizität,* welche kurz darauf ins Französische und Deutsche übersetzt wurde und mehrere Auflagen erlebte. Ein Zufall hat es gewollt, dass ich die englische Originalausgabe dieses seltenen Werkes, dessen Lektüre auch heute noch einen hohen Genuss gewährt, um geringes Geld für die Bibliothek des Technikums Winterthur erwerben konnte. Leider verbietet es der Raum etwas näher auf seinen Inhalt einzutreten. Immerhin kann ich es mir nicht versagen hier eine höchst merkwürdige, ich möchte sagen prophetische Schlussfolgerung zu zitieren, welche er an ein leider nicht sehr klar beschriebenes Experiment anknüpft und die 13 Jahre später durch *Coulomb* eine glänzende Bestätigung gefunden hat. Es heisst dort: *„Darf aus dem Versuch nicht geschlossen werden, dass die Elektrizität gleichen Gesetzen wie die Schwerkraft unterworfen sei, also vom Quadrat der Distanz abhange; da leicht nachzuweisen ist, dass wenn die Erde die*

Gestalt einer Muschel hätte, ein im Innern befindlicher Körper von einer Stelle nicht mehr als von einer andern angezogen würde?"

Allerdings handelt es sich hier nur um eine Vermutung, welche durch keine zahlenmässigen Messungen belegt ist.

Aus dem Werke von Priestley vernimmt man nicht ohne Ueberraschung, dass man sich damals auch in der Schweiz lebhaft für elektrische Versuche interessierte. So zitiert er ein lateinisches Schriftchen eines *Luzerner* Geistlichen *(Brevis relatio de electricitate propria lignorum, authore P. Wimdelmino Ammersin. De Lucerne Helvetiorum, 1755),* das ein ausgezeichnetes Rezept zur Herstellung eines Isolators aus Holz enthält. Dieser Mann schlägt nämlich vor, das Holz zunächst zu trocknen, bis es anfange sich zu bräunen hierauf sei dasselbe in Leinöl zu kochen und müsse am Schlusse noch mit einem Lacküberzug versehen werden, um zu verhüten, dass wieder Fechtigkeit hineindringe. Also genau das, wozu wir heute nach endlosen, vergeblichen Versuchen ebenfalls gelangt sind.

Während man sich bis dahin fast ausschliesslich mit qualitativen Untersuchungen begnügte, machte sich im Laufe der Zeit naturgemäss das Bedürfnis geltend, auch in die quantitativen Zusammenhänge der Dinge einen Einblick zu gewinnen. Einem ersten Versuche nach dieser Richtung sind wir schon bei *Gralath* begegnet, der ungefähr gleichzeitig mit *Ellicott* eine Wage zum Messen der elektrischen Anziehung entwarf. Zu einem greifbaren Resultat scheint es indessen nicht gekommen zu sein. Den entscheidenden Schritt machte erst *Charles Augustin Coulomb* (1736—1806), der somit als eigentlicher Begründer der *Elektrostatik* anzusehen ist, die er aus einer mehr oder weniger geistreichen Spielerei auf den Rang einer ernst zu nehmenden Wissenschaft erhob.

Auch *Coulomb* ist kein Physiker von Fach, sondern er begann seine Laufbahn als Genieoffizier, in welcher Eigenschaft er 9 Jahre in Westindien verbrachte. Hierauf kehrte er nach Paris zurück, wo er sich zunächst elektrischen, später mechanischen und magnetischen Studien hingab.

Seine hervorragendste Leistung ist das nach ihm benannte grundlegende Anziehungsgesetz, zu dem er mit Hilfe der von ihm 1785 erfundenen Drehwage gelangte. Desgleichen studierte er die Verteilung der Elektrizität auf der Oberfläche von Körpern. Seine zahlreichen, durch sorgfältige Messungen unterstützten Arbeiten finden sich in den Memoiren der Akademie der Wissenschaften (1785 — 1789).

Mit *Coulomb* hatte die Elektrostatik ihren Höhepunkt erreicht, von dem sie nur zu bald wieder verdrängt werden sollte. Mitverantwortlich an dieser Wendung der Dinge waren zum Teil auch die politischen Ereignisse, welche kurz darauf nicht nur Frankreich, sondern die ganze Welt erschütterten. Was besonders die Heimat Coulombs für die nächste Zeit beschäftigte, das war jetzt nicht mehr der Funke der Elektrisiermaschine, sondern jener andere Funke, zu dem die Werke von *Voltaire* und *Jean Jacques Rousseau* die nötige Spannung lieferten, und der mit der französischen Revolution 1789 zum Durchschlag kam.

Dazu gesellte sich noch ein anderer Umstand, der die Dinge wesentlich beschleunigte: Schon seit längerer Zeit war allgemein bekannt, dass gewissen Fischarten die merkwürdige Eigenschaft innewohne elektrische Schläge auszuteilen. Man schrieb diese Erscheinung der Wirkung tierischer Elektrizität zu, und bemühte sich, dieser tierischen Elektrizität auch bei andern Lebewesen, ja sogar beim Menschen nachzuspüren.

Zu der grossen Zahl von Aerzten, welche sich mit derartigen Experimenten abgaben gehörte auch der Bologneser Arzt *Luigi Galvani* (1737 — 1798), der im Jahre 1790 die aufsehenerregende Beobachtung machte, dass Froschschenkel unter gewissen Umständen in Zuckungen gerieten. Auf welche Weise er angeblich zu dieser Entdeckung gelangte ist bekannt und in jedem Physikbuch nachzulesen. Weniger bekannt dagegen ist, wie sich die Sache in Wirklichkeit abspielte und von *Galvani* selbst geschildert wird (siehe *Aloysi Galvani* „Abhandlung über die Kräfte der tierischen Elektrizität", Deutsch von Dr. Mayer, Prag 1793). Es heisst dort: bei einer seiner Vorlesungen sei der Froschschenkel auf dem gleichen Tisch gelegen, auf dem sich auch die für derartige Zwecke dienliche Elektrisiermaschine befand. Dabei habe einer der Zuhörer zufällig mit der Spitze eines Messers den inneren Froschschenkelnerv berührt und zu seiner Ueberraschung beobachtet, wie sich die

Muskeln zusammenzogen. Ein anderer Zuhörer glaubte indessen bemerkt zu haben, dass diese Zuckungen nur dann eintreten, wenn der Konduktor der Elektrisiermaschine einen Funken abgab und machte Galvani darauf aufmerksam. Erst jetzt stellte Galvani systematische Versuche an, welche tatsächlich einen Einfluss des Funkens erkennen liessen und zwar trat die Wirkung am stärksten zutage, wenn die Versuche während eines Gewitters vorgenommen wurden.

Das veranlasste ihn im Freien an einem Geländer eine Anzahl Froschschenkel aufzuhängen. Dabei zeigte es sich, dass jeweils Zuckungen entstanden, sobald die Froschschenkel mit dem Geländer in Berührung kamen. Auffallenderweise zeigte sich diese Erscheinung aber nicht nur bei Gewitter, sondern auch bei heiterem Himmel. Somit konnte die Ursache nicht in der atmosphärischen Elektrizität, sondern nur innerhalb dem aus Froschschenkel, Metallhaken und Geländer gebildeten Kreise liegen.

Ueber die Ursache dieser merkwürdigen Erscheinung, d. h. ob dieselbe, wie *Galvani* vermutete, auf tierischer Elektrizität oder anderer Ursache beruhe, entbrannte eine durch Jahre hindurch geführte heftige Fehde, an der sich besonders eifrig der schon durch frühere Arbeiten auf dem Gebiete der Elektrizität bekannte Professor der Physik *Alessandro Volta* in Como (1745—1827) beteiligte. So wenig uns dieser Streit heute noch zu interessieren vermag, so war er doch insofern von ausserordentlicher Tragweite, als er die eigentliche Veranlassung zu Volta's berühmter Entdeckung seiner *Säule* bildete, womit er die Richtigkeit der von ihm aufgestellten *Kontakttheorie* zu beweisen hoffte. Dies ist ihm freilich nicht gelungen, indem kurz darauf *De la Rive* in Genf nachwies, dass es sich hier lediglich um elektrochemische Wechselwirkungen handle, und so den ersten Grundstein zu der später so ausserordentlich wichtigen *Elektrochemie* legte. All das ändert natürlich nichts an der grossen Bedeutung der Voltaischen Säule, die noch während Jahrzehnten die einzig praktisch in Betracht kommende Elektrizitätsquelle blieb.

Es wäre jedoch unbillig, wenn wir bei dieser Gelegenheit nicht auch eines andern Pioniers jener Zeit gedächten, dessen zahlreiche und bedeutenden Arbeiten einen nicht geringen Teil zur Klärung der schwebenden Frage beigetragen haben. Es ist dies der damals in Jena lebende *Joh. Ritter,* der nicht nur ein Jahr vor der Entdeckung der Säule eine völlig richtige Erklärung des galvanischen Stromes gab (*Gilb. Ann.* Bd. II, 1799, p. 80), sondern auch bereits eine klare Vorstellung von der *Polarisation* besass. Ebenso gelang ihm unzweifelhaft zum erstenmal die Zersetzung des Wassers sowie das Niederschlagen von Kupfer aus einer Kupfervitriollösung (*Gilb. Ann.* VI. 1800, p. 470). Interessant ist ferner, dass er 2 Monate vor Volta ein Spannungsgesetz aufstellte, das mit dem Voltaischen viele Aehnlichkeit hat (*Gilb. Ann.* IX, 1801, p. 219).

Wir sehen also auch hier wieder eine Bestätigung der alten Tatsache, dass keine grossen Entdeckungen gemacht werden, ohne dass an ihnen bewusst oder unbewusst andere mitgearbeitet hätten. Wie wenig übrigens fehlte, dass die Voltaische Säule nicht schon 40 Jahre früher entdeckt wurde, geht daraus hervor, dass der in Berlin lebende aus *Winterthur* gebürtige Gelehrte *Sulzer* bereits im Jahre 1760 der Berliner Akademie der Wissenschaft die Mitteilung machte, er habe einen eigentümlichen Geschmack auf der Zunge wahrgenommen, wenn er dieselbe zwischen ein Blei- und ein Silberstück klemmte, deren Ränder sich berührten. Die gleiche Empfindung sei jedoch ausgeblieben, wenn die Metallstücke einzeln, oder ohne sich zu berühren auf die Zunge gelegt wurden. Wir wissen heute, dass er auf die beschriebene Weise nichts anderes als ein galvanisches Element hergestellt hat, woraus sich ohne weiteres die betrachtete physiologische Wirkung ergibt.

Mit der Volta'ischen Säule beginnt das berühmte Zeitalter der Elektrochemie, in dessen Mittelpunkt wir heute stehen, und deren erste und bedeutendsten Leistungen für immer mit den Namen von *Ritter, Nicholson und Carlisle, Davy, Faraday* und *De la Rive* verknüpft sind.

Wir nähern uns allmählich den 20er Jahren des vorigen Jahrhunderts, und zwar war es am 21. Juli 1820 als die Physiker durch eine ganz neuartige, und wie sich bald zeigen sollte, ausserordentlich folgenschwere Entdeckung in Aufregung versetzt wurden. Von Kopen-

hagen kam nämlich die Kunde, dass es dem dänischen Physiker *Christian Oersted* gelungen sei, mit Hilfe des elektrischen Stromes eine Ablenkung der Magnetnadel zu bewirken.[1])

In den Physikbüchern wird die Sache häufig so dargestellt, als ob es sich hierbei um eine rein zufällige Entdeckung handle, ja es wurde schon behauptet, dass Oersted an derselben eigentlich nur indirekt beteiligt gewesen sei. Derartige Behauptungen beruhen auf grober Entstellung der Tatsachen, indem *Oersted* bereits 7 Jahre früher in einer Schrift über die *„Ansichten der chemischen Naturgesetze"* (Berlin 1812) p. 251 die Vermutung aussprach, „dass die elektrischen Kräfte in einem von den Zuständen, wo sie gebunden vorkommen, einige Wirkung auf die Magnetnadel *als Magnet* hervorbringen könnten."

Christian Oersted (1777—1851).

Oersted hat seine Entdeckung in einer lateinischen Schrift beschrieben, die er an alle ihm bekannten Gelehrten verschickte. Von dieser Arbeit erhielt auch der berühmte französische Physiker *Arago* anlässlich der 1820 in *Genf* abgehaltenen Jahresversammlung der *Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft* Kenntnis, und zwar wurde er, wie er selbst angibt, auf dieselbe durch den damaligen Präsidenten der Gesellschaft, Prof. *Pictet* in Genf aufmerksam gemacht, der ihn versicherte, dass *Gaspard de la Rive* die Versuche wiederholt und bestätigt gefunden habe. Erst nachdem ihm *de la Rive* die Versuche vorgeführt, entschloss sich *Arago* zu einer Veröffentlichung derselben in seinen gemeinsam mit *Gay-Lussac* herausgegebenen *„Annales de Chimie et de Physique"* (Tome XIV, 1820 p. 417). Aus dieser Abhandlung geht deutlich hervor, dass sich *Oersted* über den kreisförmigen Verlauf der magnetischen Kraftlinien, oder wie er sagt des „conflictus electricus" um den Leiter herum, völlig im Klaren war.

In der Literatur werden die Namen von *Gaspard und Auguste de la Rive* häufig miteinander verwechselt. *Gaspard de la Rive,* der Vater von *Auguste* ist 1770 in Genf geboren und 1834 daselbst gestorben. Derselbe studierte zuerst die Rechtswissenschaften in Genf, sah sich aber 1794 infolge der politischen Wirren veranlasst, nach Edinburgh überzusiedeln, wo er sich dem Studium der Medizin und Chemie hingab und doktorierte. Später begab er sich nach London und trat hier in enge Berührung mit *Wollaston* und *Davy.* 1799 nach Genf zurückgekehrt liess er sich hier als Agregée au Collège de médicine und Irrenarzt nieder.

Als im Jahre 1813 die Franzosen aus Genf vertrieben wurden war *Gaspard de la Rive* einer jener 22 mutigen Genferbürger, welche das Manifest über die Wiederherstellung der Genfer Republik und den Anschluss an die Schweizerische Eidgenossenschaft unterschrieben.

Dieser *Gaspard de la Rive* ist es, der 1814 den Besuch von *Davy* und *Faraday* empfing und anlässlich

Gaspard de la Rive.

[1]) Der 21. Juli 1820 ist das Datum an welchem Oersted seine berühmte Schrift *Experimenta circa effectum conflictus electrici in Acum magneticum* verschickte. In Wirklichkeit soll er aber seine Entdeckung bereits im Wintersemester 1819 gemacht haben.

Es gereicht mir zur angenehmen Pflicht bei dieser Gelegenheit Herrn *Prof. Hannover,* Direktor des Polytechnikums Kopenhagen für die Uebersendung des Originalbildes von Oersted meinen Dank abzustatten.

der Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft in Genf (27. Juli 1820) zum erstenmal (d. h. 1 Jahr vor der Veröffentlichung Davys) den elektrischen Lichtbogen öffentlich vorführte. In Anbetracht der Wichtigkeit dieser Feststellung mag hier der wörtliche Text des betreffenden Jahresberichtes folgen *(Notice sur la session de 1820 de la Soc. Hélvetique des Sciences Naturelles,* 3me séance 27 juillet 1820 à Genève, voir Bibl. Universelle, Tome. 15me, 5me année). Auf Seite 70 heisst es:

Le Professeur De la Rive a mis en action son appareil galvanique composé de 38 auges, contenant chacune dix paires de plaques de cuivre et zinc. Il a rougit et fondu du fil de platine, brûlé du fer, de l'acier, de l'or, de l'argent; opéré simultanément la décomposition de l'eau et celle du sulphate de soude, etc. enfin il a montré *le dégagement prodigieux de lumière qui a lieu entre deux pointes obtuses de charbon* qui terminent le circuit voltaïque; l'œil a peine à le soutenir; et cette lumière ne provient point d'une combustion, *car on la voit au moins aussi splendide dans le vide* que dans l'air .....

Der gleiche Jahresbericht enthält ferner auf Seite 68 folgende interessante Mitteilung über ein bei diesem Anlass von *Dr. Straub,* Arzt in *Hofwyl* vorgeführtes neues Element: .... Le même Dr. présente un appareil voltaïque fort simple et très curieux; c'est une pile dans laquelle il n'y a de métallique que les disques de *zinc;* Ceux de *cuivre* sont remplacés par un *charbon* artificiel préparé en forme de disques, qui ont à peine 3 pouces de diamètre. Quatre paires de ces disques (zinc et charbon) donnent des étincelles, et 5 paires décomposent l'eau; on a vérifié ces effets dans la séance même. Nous donnerons prochainement des détails sur cet appareil, dont la force relative est remarquable.

Wenn nicht alles trügt, so hätten wir also hier den Urtyp des erst 47 Jahre später neu erfundenen Leclanchéelementes (siehe Dingl. Polyt. Journ. 1867, p. 270, 1868 p. 96).

Auguste de la Rive (1801—1873), der Sohn von *Gaspard* und intimer Freund *Faradays* hat sich hauptsächlich durch seine zahlreichen und wertvollen Forschungen auf dem Gebiete der Elektrizität, Elektrochemie, Wärme und der Magnetismus einen Namen gemacht. Er war unter anderm der erste der die Eigenschaften des Nordlichtes untersuchte und (1828) die Idee fasste, Kupfer und Silber galvanisch zu vergolden.

Die meisten seiner Schriften finden sich in der Bibliothek der Eidgen. Techn. Hochschule.

Die Wirkung der *Oersted*schen Entdeckung muss, nach den damaligen Zeitschriften zu urteilen, eine ganz gewaltige gewesen sein, war es doch zum erstenmale, dass eine Wechselwirkung zwischen elektrischen und magnetischen Kräften, und damit ein innerer Zusammenhang beobachtet wurde. Infolgedessen gab es auch nicht *einen* Physiker von Bedeutung der die Versuche nicht wiederholt und zum Teil ergänzt hätte. Keinem aber war in dieser Hinsicht ein grösserer Erfolg beschieden als den beiden Männern, mit denen wir uns nunmehr etwas näher zu befassen haben, nämlich *Arago* und *Ampère.*

Dominique François Arago, der berühmte Nachfolger *Lalandes* in der Akademie, gleich gross als Gelehrter wie als Staatsmann und Mensch ist 1786 in der Nähe von Perpignan geboren. Seine Lebensgeschichte erinnert in mehr als einer Beziehung an diejenige des grossen Spaniers *Miguel de Cervantes.* In ärmlichen Verhältnissen ohne Schulbildung aufgewachsen (mit 13 Jahren konnte er weder schreiben noch lesen), holte er das versäumte dank seines Genies in unglaublich kurzer Zeit nach, so dass er bereits mit 18 Jahren in die Polytechnische Schule in Paris eintreten konnte. Nach Verlassen derselben wurde er mit *Biot* nach Spanien zur Vermessung des Erdmeridians geschickt, wo er gleich bei Ausbruch des Krieges von den Insurgenten festgenommen und eingekerkert wurde. Nach mehreren Monaten wieder frei gelassen, und im Begriff auf einem Schiff nach Frankreich zurückzukehren, hatte er das Missgeschick in die Hände eines algerischen Korsaren zu fallen, der ihn als Sklave mit sich führte und erst ein Jahr später auf Drängen des französischen Konsuls in Algier wieder frei gab.

Welchen hervorragenden Anteil er später an der politischen Entwicklung seiner Heimat nahm, muss in der Geschichte nachgelesen werden. Was uns augenblicklich einzig interessiert, das sind seine wissenschaftlichen Arbeiten, die er in über *160 kleineren Abhandlungen* veröffentlichte und die sich so ziemlich über sämtliche Gebiete des menschlichen Wissens erstrecken.

Ein ebenbürtiges Genie war der 7 Jahre jüngere *André Ampère,* der schon mit 12 Jahren durch seine ungewöhnlichen Kenntnisse der Mathematik die Aufmerksamkeit seines Lehrers auf sich zog. Auch ihm blieben schwere Schicksalsschläge nicht erspart; insbesondere war es der plötzliche Tod seines Vaters unter dem Beile der Guillotine, der schwer auf sein Gemüt einwirkte, so dass er für längere Zeit zu jeder geistigen Arbeit unfähig war.

Aus dieser Lethargie soll ihn erst die Lektüre von *Rousseaus* botanischen Briefen gerissen haben, worauf er sich dann mit Eifer auf das Studium der Chemie und Physik warf. Zur Zeit, wo er teils gemeinschaftlich mit *Arago* zusammen, teils für sich allein jenen denkwürdigen Versuchen oblag, war er Professor an der Polytechnischen Schule in Paris.

Die ersten Angaben über jene Versuche finden sich in den *Annales de Chimie et de Physique,* tome XV, 1820, p. 93 und zwar ohne besondere Angabe des Autors. Es ist dies bezeichnend für die geradezu sprichwörtliche Bescheidenheit *Aragos*. Ich kann mir nicht versagen die wichtigsten Stellen hier wörtlich wiederzugeben: „La brillante découverte que M. Oersted vient de faire — heisst es auf Seite 93 — consiste comme on a vu, dans l'action que le courans voltaïque exerce sur une aiguille d'acier préalablement aimantée. En répétant les expériences du physicien danois, j'ai reconnu que ce même courans *développe fortement la vertu magnétique* dans les lames qui, d'abord, en étaient totalement privées...

Dominique François Arago (1786—1853).

Ayant adopté un fil cylindrique de cuivre, assez fin, à l'un des poles de la pile voltaïque, je remarquai qu'à l'instant où ce fil était en communication avec le pole opposé, il attirait la limaille de fer doux, comme l'eût fait un veritable aimant. . . . .

M. Ampère, à qui je montrais ces expériences, venait de faire l'importante découverte que deux fils rêctilignes et parallèles, à travers lesquels passent deux courans électriques, s'attirent quand les courans se meuvent dans le même sens, et se repoussent quand il sont dirigés en sens contraires; . . . . .

Ces vues théoriques lui suggèrent à l'instant la pensée qu'on obtiendrait une plus forte aimantation *en substituant au fil conjonctif droit dont je m'étais servi, un fil plié en hélice au centre de laquelle l'aiguille d'acier serait placé; . . . .*

Damit ist in wenigen Worten eine der grössten, wenn nicht die grösste Erfindung des vorigen Jahrhunderts beschrieben. Man hat die Erfindung des *Elektromagneten* häufig auf gleiche Linie wie diejenige der Dampfmaschine gestellt, und nicht mit Unrecht, denn es gibt wohl keine Anwendung der Elektrotechnik, wo er nicht die Hauptrolle spielte. Er ist es, welcher den Morseapparat auf tausende von Kilometern zum Ansprechen bringt, und die Membrane des Telephons in Schwingungen versetzt. Ohne Elektromagnet keine elektrische Maschine, ohne Maschinen weder elektrische Kraftübertragung noch elektrisches Licht! Deshalb werden auch die Namen *Oersted, Arago* und *Ampère* bei der Aufzählung der Pioniere der Elektrotechnik in erster Linie genannt werden müssen. Gewiss wären andere ebenfalls hinter das Geheimnis gekommen, aber lehrt nicht die ganze Geschichte der Elektrotechnik, dass oft Jahrzehnte, ja Jahrhunderte vergehen, bis es einem vom Geschick begünten Geiste gelingt, den entscheidenden Schritt zu tun, oder dasjenige zu neuem Leben zu erwecken, was andere zwar vorausgeahnt haben, jedoch nicht in Wirklichkeit umzusetzen vermochten.

Fast gleichzeitig mit *Ampère* und *Arago* stellte auch der früher im Zusammenhang mit *Ampère* erwähnte französische Physiker *Jean Baptiste Biot* (1774 — 1862) gemeinsam mit *Savart* Versuche an, um das Gesetz zu bestimmen, nach welchem die Magnetnadel vom elektrischen Strome abgelenkt wird. Als Resultat dieser Versuche, die sie am 30. Oktober 1820 der Akademie der Wissenschaften mitteilten (Ann. Ch. et Ph., tome XV, 1820, p. 222) fanden sie, dass diese Kraft bei einem langgestreckten, geraden Leiter proportional mit dem Strom zu-, und umgekehrt proportional dem senkrechten Abstande des Leiters vom Pole abnimmt.

In unserer heutigen Schreibweise pflegen wir dieses Gesetz durch die Formel

$$P = \frac{2\,i\,m}{a}\ Dyn$$

auszudrücken, worin i den Strom in EME, m die Polstärke und a den Abstand in cm bedeutet.

Wenige Tage später leitete *Laplace* hieraus das für Leiter beliebiger Form gültige allgemeinere Gesetz ab, dass die auf ein Leiterelement ausgeübte ablenkende Kraft proportional dem Strome und dem Sinus des Neigungswinkels zu-, und mit dem Quadrate des Abstandes abnehmen.

Dieses wichtige Gesetz wird heute gewöhnlich in der Form geschrieben

$$dP = \frac{i\,dl\,m}{r^2} \cdot \sin\varphi\ ,$$

worin r für den Abstand steht.

Da dasselbe in den Physikbüchern stets unter dem Namen *Biot-Savart*sches Gesetz aufgeführt wird, muss hier ausdrücklich bemerkt werden, dass es von *Laplace* herrührt, wie übrigens auch *Biot* selbst in seinem „Lehrbuch der Experimentalphysik" 1829 (deutsch von Fechner), angibt.

Man hat gegen das Laplacesche Gesetz wiederholt den Vorwurf erhoben, dass es physikalisch unzulässig sei, einem Stromelemente die gleichen Eigenschaften zuzuschreiben, welche nur dem *geschlossenen* Stromkreise zukommen. Dieser Einwurf findet sich, soviel ich mich erinnere zuerst in dem Lehrbuche von *Mascart und Joubert*, von wo er kritiklos in fast alle modernen Physikbücher überging, ohne dass es einem einzigen Autor eingefallen wäre, zu untersuchen, ob zur Erzeugung eines magnetischen Feldes überhaupt ein geschlossener Stromkreis erforderlich sei. Schon die einfache Tatsache, dass auch einzelne Elektronen vom Magnetfelde abgelenkt werden, hätten sie stutzig machen sollen.

Noch deutlicher lässt sich die Unhaltbarkeit jenes Vorwurfes nachweisen, wenn man in der *Laplace*schen Formel den in EME ausgedrückten Elementar-Strom durch die Elektrizitätsmenge dq in ESE ersetzt. Man erhält dann die Formel

$$dP = \frac{dq\,m}{r^2}\,\frac{v}{c}\sin\varphi\ ,$$

worin v die Geschwindigkeit, mit welcher sich die Ladung dq bewegt und c die Lichtgeschwindigkeit bedeutet. Hier sieht man deutlich, dass ein elektromagnetisches Feld nur entstehen kann, wenn sich die Ladung *bewegt*. Auf eine ruhende Ladung wird auch vom stärksten Feld keine Ablenkung ausgeübt.

Ins Jahr 1824 fällt eine weitere Entdeckung *Aragos* (Ann. Ch. et de Ph. 1824, 22. Nov.), welche zur Zeit ihrer Bekanntwerdung fast ebensoviel Aufsehen wie die Entdeckung *Oersteds* machte, und ihm sogar die von der *Royal Society* in Londen gestiftete *Copley* Medaille eintrug. *Arago* fand nämlich, dass eine Magnetnadel nicht nur durch den elektrischen Strom, sondern auch dadurch aus ihrer Lage abgelenkt werde, wenn man in ihrer Nähe eine Metallscheibe in rasche Drehungen versetze. Wäre es ihm gelungen die Erklärung für diese Erscheinung zu finden, so hätte er damit eine Entdeckung gemacht, welche jener des Elektromagnetes kaum viel nachsteht. Dieses Verdienst blieb jedoch einem andern vorbehalten, nämlich dem Engländer *Michael Faraday*.

Es ist etwas eigenes mit der Wissenschaft und Technik. Wohl schätzt die Welt die Werke des Gelehrten und Technikers, weil sie zum allgemeinen Wohl beitragen und schlechterdings nicht mehr entbehrt werden können, aber sie kümmert sich herzlich wenig um die Namen des Schöpfers. „Wenn der Paralytiker die wohltätigen elektrischen Schläge verspürt, was kümmert es ihn, ob *Nollet* oder *Franklin*, oder keiner von beiden recht habe" schrieb schon *Lessing*.

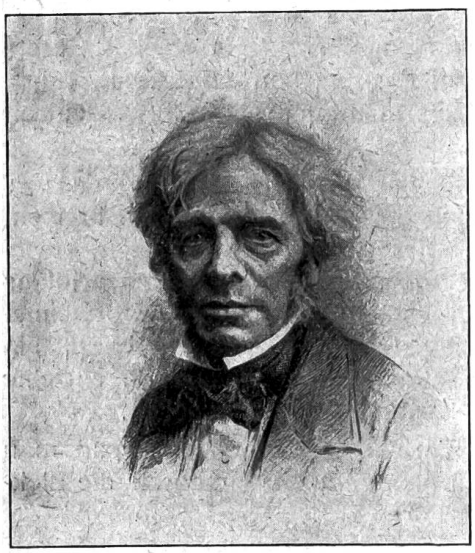
Nur ganz wenigen ist es beschieden, dass ihre Namen gewissermassen offiziell der Nachwelt überliefert werden. Es sind dies jene ganz grossen, deren Namen zur Bezeichnung

irgend einer physikalischen Masseinheit würdig befunden wurden, womit die Nachwelt allerdings noch lange nicht verpflichtet wird sich zu merken, was die Träger dieser Namen wirklich geleistet haben.

Zu den wenigen Auserwählten, deren Namen durch eine solche Masseinheit verewigt sind, gehört auch *Faraday*.

Michael Faraday, der bis auf den heutigen Tag als der grösste Experimentator auf dem Gebiete der Elektrizität gilt, wurde 1791 als Sohn einer wenig begüterten Arbeiterfamilie geboren. Er ist also nur zwei Jahre älter als *Ampère*. Mit 13 Jahren kam er zu einem Buchbinder und Buchhändler in die Lehre, bei welchem er acht Jahre seines Lebens verbrachte und zwar das erste Jahr als Zeitungsverträger, die übrigen als Lehrling und Buchbindergeselle.

Durch die Lektüre der ihm zum Einbinden übergebenen Werke für das Studium der Naturwissenschaften angeregt, jedoch ausserstande, sich die nötigen Mittel zum Besuche einer höheren Schule zu verschaffen, sehen wir ihn jede sich darbietende Gelegenheit ergreifen um die Lücken seines Wissens auszufüllen. So z. B. besuchte er, soweit es ihm seine dürftigen Verhältnisse und die gelegentlichen kleinen Zuschüsse seines Bruders erlaubten, die Abendkurse eines gewissen Herrn *Tatum* über Physik. Daneben beschäftigte er sich mit elektrischen und chemischen Fragen, über die er das Nötige teils aus der „*Encyclopaedia Britannica*", teils aus einem Büchlein der Mrs. *Marcet* „*Gespräche über Chemie*" schöpfte.



Michael Faraday (1791 — 1867).

Von Mrs. *Marcet* besitzen wir aus der Feder von *A. de la Rive* eine fesselnd geschriebene kleine Lebensbeschreibung (Bibl. der Eidg. Techn. Hochschule No. 91750). Wir vernehmen daraus nicht ohne Ueberraschung, dass Mrs. *Marcet* geb. *Haldimand*, eine gebürtige *Genferin* war. Geboren 1769, verheiratete sie sich 1799 mit Dr. *Marcet* und siedelte nach London über, wo sie Gelegenheit hatte die Vorlesungen von *Wollaston* und *Davy* zu besuchen. Zu einer begeisterten Naturforscherin geworden, schrieb sie im ganzen nicht weniger als 20 Werke, teils wissenschaftlichen, teils erzieherischen oder allgemein belehrenden Inhaltes, von denen es einzelne bis auf 16 und noch mehr Auflagen brachten und in alle möglichen Sprachen übersetzt wurden. Eines der bekanntesten und ersten Werke war ihre „*Conversations on chemistry*". Wie hoch Mrs. Marcet in Faradays Achtung stand, lässt sich am besten aus folgendem Schreiben ermessen, das Faraday am 2. September 1858 anlässlich des Todes der letzteren an seinen Freund *de la Rive* richtete: „Mein lieber Freund! Der Gegenstand, worüber Sie mir schrieben interessiert mich tief in jeder Beziehung; denn Mrs. Marcet war mir eine gute Freundin gewesen, wie sie es gewiss vielen Menschen war. Ich trat 1804 in meinem 13. Jahre in das Geschäft eines Buchhändlers und Buchbinders, verblieb daselbst acht Jahre und verbrachte fast die ganze Zeit mit Einbinden von Büchern. In eben diesen Büchern fand ich nach vollbrachter Arbeitszeit den Anfang meiner Kenntnisse. Zwei Bücher waren mir von besonderem Nutzen; zuerst die „*Encyclopaedia Britannica*", woraus ich meine ersten Begriffe von Elektrizität schöpfte und sodann Mrs. *Marcets* „*Gespräche über Chemie*", welche mir eine Grundlage in dieser Wissenschaft gaben". . . . . Glauben Sie ja nicht, dass ich ein tiefer Denker oder ein besonders früh entwickeltes Individuum gewesen wäre. Ich war lebhaft und voll Einbildungskraft und glaubte ebenso gerne an „Tausend und eine Nacht" als an die „Encyclopaedie". Allein Tatsachen waren mir wichtig und dies war meine Rettung. Einer Tatsache konnte ich vertrauen; einer Behauptung musste ich immer Einwände entgegenstellen. So prüfte ich Mrs. Marcets Buch durch solche kleine Versuche, zu deren Ausführung ich die Mittel hatte und fand es den Tatsachen entsprechend, so wie ich dieselben verstand; ich fühlte, dass ich einen Anker für meine chemischen Kenntnisse gefunden hatte und klammerte mich fest daran. Daher stammt meine tiefe Verehrung für Mrs. *Marcet*; erstens, weil sie mir eine grosse persönliche Wohltat und Freude erwiesen hat, sodann aber auch, weil sie imstande war, dem jungen, ungelehrten und forschenden Geist die Wahrheiten und Grundsätze jener unermesslichen Welt von Kenntnissen, welche sich auf die Natur beziehen, zu eröffnen".

„Sie können sich mein Entzücken vorstellen, als ich Mrs. *Marcet* persönlich kennen lernte; wie oft ich an meine erste Lehrerin dachte, wenn ich ihr eine Abhandlung als Dankopfer übersandte und diese Empfindungen werden mich nie verlassen".

„Ich hege ähnliche Empfindungen für *Ihren Vater* (Gaspard de la Rive), der, ich kann wohl sagen, der erste war, welcher mich persönlich in Genf als auch später schriftlich ermutigte und dadurch aufrechthielt".

Den entscheidenden Wendepunkt in seinem Leben bildet jedoch seine Bekanntschaft mit dem grossen *Davy,* der ihn schliesslich als Laboratoriumsgehilfen in die *Royal Institution* engagierte. Da aber *Davy* noch im gleichen Jahr eine längere Reise durch Frankreich, die Schweiz, Italien und Oesterreich vor hatte, schlug er ihm vor, ihn zunächst als „*Amanuensis*" oder wie man heute sagen würde, Privatsekretär, zu begleiten. In Wirklichkeit hatte es aber mit dieser Stelle eine eigene Bewandtnis, indem er, in Ermangelung eines Kammerdieners, auch noch die Funktionen des letzteren zu besorgen hatte. In dieser Eigenschaft treffen wir ihn dann auch in *Genf,* wo er die Bekanntschaft des mit *Davy* befreundeten Prof. *Gaspard de la Rive* machte.

Es berührt uns heute, angesichts der Schwierigkeiten, welche das Reisen während den letzten Kriegsjahren verursachte, eigentümlich, zu erfahren, wie das Ehepaar Davy mit Begleitung unbehelligt Frankreich zu einer Zeit durchreisen konnte, wo bekanntlich Frankreich mit England im Kriege lag. Dabei ist zu beachten, dass kurz bevor Davy auf der Rückreise Paris berührte Napoleon aus Elba ausgebrochen und in Paris eingerückt war.

Mit seiner Rückkehr nach *London* beginnt *Faraday's* denkwürdige Tätigkeit an der *Royal Institution,* wo er vom einfachen Laboratoriumdiener in wenigen Jahren zu der hochgeschätzten Würde eines Mitgliedes der *Royal Society* und der eines der grössten Gelehrten seiner Zeit emporstieg.

Auf seine überaus fruchtbare Tätigkeit im Einzelnen einzugehen würde den Rahmen dieses Aufsatzes weit überschreiten. Es sei mir nur gestattet, einige seiner wichtigsten Entdeckungen herauszugreifen. Nach den glänzenden Entdeckungen *Oersteds* und *Ampères* war die nächstliegende Frage, welche die denkenden Geister beschäftigte jene, ob sich nicht die auf den Magnet ausgeübte Ablenkung durch den elektrischen Strom in eine fortlaufende Rotation der Nadel um den Leiter verwandeln lasse. Die Lösung dieser Aufgabe gelang Faraday im Jahre 1820, ebenso die umgekehrte Aufgabe, den Leiter um den Pol rotieren zu lassen. Bekanntlich wurde das gleiche Problem etwa 3 Jahre später von *Barlow* (On magnetic attraction, London 1823, p. 279, ferner Bibl. Universelle 20, p. 127) in etwas anderer Weise gelöst, und gehört das sogen. *Barlowsche Rädchen* auch heute noch zum eisernen Bestand jedes physikalischen Kabinettes.

Noch folgenschwerer war seine ins Jahr 1831 fallende Entdeckung der magnetischen *Induktion,* auf der sich später die moderne Maschine aufbauen sollte. Es muss hier allerdings eingeschaltet werden, dass ihm in dieser Entdeckung, wie sich später herausstellte, der Amerikaner *Joseph Henry* zuvorkam, (siehe Aufsatz von Miss *Mary Henry,* Electrical Engineer, Jan. 1892). *Henry* machte nämlich die Beobachtung, dass eine auf einen Elektromagneten gebrachte zweite Wicklung, an welche ein Galvanometer angeschlossen war, eine Ablenkung desselben hervorbrachte, sobald der Strom ein- oder ausgeschaltet wurde. Ausserdem fand er, dass die in der Erregerwicklung beim Ausschalten induzierte Spannung grösser als diejenige der Batterie sei, und nannte diese Erscheinung *Selbstinduktion.* Da diese Versuche im August 1830 stattfanden, während *Faraday,* allerdings ohne Kenntnis derselben, seine Versuche erst im folgenden Jahre anstellte, so muss also *Henry* die Priorität zugestanden werden. Anderseits bleibt es Faradays unbestrittenes Verdienst, diese Versuche erweitert und auf die Bewegung von Metallscheiben zwischen Magnetpolen ausgedehnt zu haben, womit ihm als erstem die *direkte Umwandlung mechanischer in elektrische Energie* gelang. Die nähere Untersuchung dieser Erscheinung lieferte ihm ferner den Schlüssel für das bisher unerklärliche Verhalten der *Aragoschen Scheibe.*

In den auf die Induktion bezüglichen Schriften Faradays begegnen wir auch zum erstenmale dem neuartigen und für die Anschauungsweise Faradays so charakteristischen Begriffe der magnetischen „*Kraftlinien*", die sein nachfolgendes Denken so sehr beherrschten, dass man sich des leisen Verdachtes nicht erwehren kann, dieses Bild habe in seiner Vorstellung mehr als den Platz einer blossen Hilfsvorstellung eingenommen. Der Begriff der *Kraft* und der Erhaltung dieser Kraft, worunter er aber nicht etwa die Energie verstand, waren die

Zentren, um welche sich alle seine Vorstellungen gruppierten und über die er nicht herauskam. So wollte er auch die Atome nur als blosse Kraftzentren gelten lassen.

Wie Faraday über die Einwirkung der Moleküle aufeinander dachte, ist bekannt, und hat die Veranlassung dazu gegeben, die von ihm angenommene *„mittelbare"* Wirkung gegen die sogen. *„Fernwirkungstheorie"* Newtons auszuspielen. Dieser Vergleich bedarf in zweifacher Beziehung einer Berichtigung. Zunächst einmal ist zu sagen, dass Newton selbst nie an Fernwirkungen gedacht hat. „Die Annahme, dass die Schwere der Materie an sich schon wesentlich zukomme, so dass ein Körper auf einen entfernten andern auch durch den leeren Raum hindurch, und ohne Vermittlung von irgend etwas anderem wirken könne", so schreibt er an Bentley, „das erscheint mir als eine sehr grosse Absurdität, dass ich nicht glauben kann, dass jemand, der in naturwissenschaftlichen Dingen ausreichendes Denkvermögen besitzt, darauf verfallen kann."

Sodann ist zu bemerken, dass Faraday der Annahme von Fernkräften im Grunde genommen gar nicht einmal abgeneigt war, obwohl er gerade in diesem Punkte mit Vorliebe *Newton* zitierte, nur wollte er sie auf die Distanz einer Molekularzelle beschränkt wissen. Dass darin gerade die Schwäche seines Systems liege, mochte er dunkel empfunden haben, denn fällt es uns schwer zu erfassen, warum sich zwei Himmelskörper im gegenseitigen Abstande von 100 Millionen Kilometer anziehen, so wird die Sache um kein Haar verständlicher, wenn wir uns diese Fernwirkung auf ein hundertmillionstel Millimeter reduziert denken. In diesem Falle gilt mit Recht das englische Sprichwort „an inch is a mile". Deshalb auch seine nicht immer leicht verständliche Ausdrucksweise. „Wir dürfen eben nicht vergessen„ — sagt sein hervorragender Schüler und späterer Nachfolger *Tyndall*, — „dass Faraday an den äussersten Grenzen unseres Wissens arbeitete, und dass sein Geist gewöhnlich in der Nachbarschaft des „unbegrenzten Dunkels" verweilte, womit unsere Kenntnis umringt ist".

Nicht minder erfolgreich war Faraday auf dem Gebiete der *„Elektrochemie"*, deren wichtigstes Ergebnis sein berühmtes Gesetz der „elektrochemischen Aequivalente" war.

Zum Schlusse sei noch seine Entdeckung der Magnetisierung des Lichtes erwähnt, die *Tyndall*, weil ausser Zusammenhang mit den übrigen Entdeckungen stehend, und alle an Gedankengrösse überragend, mit dem *Weisshorn* unter den Bergen vergleicht. Diese Bemerkung, welche eine genaue Kenntnis unserer Bergwelt voraussetzt, mag uns Schweizer überraschen, sie erklärt sich indessen sofort, wenn wir erfahren, dass *Tyndall* nicht nur ein grosser Gelehrter, sondern auch ein hervorragender Kenner unserer Alpen war, über die er mehrere Bücher schrieb, und dass ihm, wenige Jahre bevor er diese Zeilen schrieb (1861) die Erstbesteigung des Weisshornes glückte.

So verlockend es wäre auch dem Menschen Faraday, als welcher er uns mindestens so nahe wie als Gelehrter steht, einige Worte zu widmen, so muss hier darauf verzichtet werden, und sei diesbezüglich auf die ihm von *Tyndall* gewidmete Gedenkschrift verwiesen, in der er ein überaus sympathisches Bild dieses Mannes entwirft. Was uns nicht nur bei Faraday sondern den meisten grossen englischen Gelehrten so angenehm berührt, das ist neben ihrer Bescheidenheit das offene Bekenntnis ihrer religiösen Ueberzeugung, und zwar zu einer Zeit, wo ein derartiges Bekenntnis bereits als Zeichen geistiger Unreife ausgelegt wurde.

Mit der Entdeckung der *Induktion* findet die Geschichte der Elektrizität ihren vorläufigen Abschluss, denn was nun weiter folgt, gehört bereits in die Geschichte der *Elektrotechnik*. Unsere Schilderung wäre jedoch unvollständig, wenn wir in diesem Zusammenhange nicht auch kurz der Leistungen dreier deutscher Gelehrter gedächten, denen die Elektrotechnik nicht zum mindesten ihre solide theoretische Grundlage verdankt. Es sind dies Prof. *Georg Simon Ohm* (1787—1854) und die beiden Göttinger Professoren *Karl Friedr. Gauss* (1777 — 1855) und *Wilhelm Weber* (1754 — 1833).

Ohm war es, der durch das von ihm 1826 entdeckte und nach ihm benannte Gesetz den Zusammenhang zwischen den drei elektrischen Grössen Stromstärke und Spannung, oder wie man damals sagte *Quantität* und *Intensität*, und Widerstand festlegte. Wenn wir auch heute vollständig die Tragweite dieses Gesetzes zu würdigen wissen, so fehlt uns doch der richtige Masstab, um die Schwierigkeiten dieses in Anbetracht der damaligen Mittel durchaus nicht so einfachen Aufgabe objektiv zu beurteilen. Es darf eben nicht ver-

gessen werden, dass ihm zu seinen Versuchen weder eine Stromquelle von konstanter Spannung noch geeignete Messinstrumente zur Verfügung standen.

Gauss und *Weber* endlich gebührt das Verdienst, die magnetischen und elektrischen Grössen auf *absolute Einheiten* zurückgeführt zu haben, womit sie den Boden für die kurz darauf einsetzende Messtechnik vorbereiteten.

Miscellanea.

Schnee- und Eisansätze an Freileitungen. Auf unsere Aufforderungen im Bulletin hin haben sich mehrere Elektrizitätswerke in verdankenswerter Weise bemüht, uns Erfahrungsmaterial über Schnee- und Eisansätze an Freileitungen zur Kenntnis zu bringen. Da jedoch die klimatischen Verhältnisse in den letzten Wintern gerade für solche Beobachtungen nicht günstig waren, besitzen wir immer noch zu wenig Beobachtungsmaterial um aus demselben mit genügender Sicherheit allgemein geltende Schlüsse ziehen zu können. Immerhin scheinen die bisherigen Beobachtungsresultate darauf hinzuweisen, dass die Schnee- und Eisansätze an den Freileitungen vom Durchmesser der Leiter und vom Leitermaterial praktich unabhängig sind. Während uns aus den Niederungen in den letzten Jahren verhältnismässig wenige und nur geringe Schnee- und Eisansätze gemeldet wurden, sind die Meldungen über höher gelegene Leitungen zahlreicher und lassen erkennen, dass man hier regelmässig mit ganz beträchtlichen Belastungen zu rechnen hat. So sind uns von verschiedenen Werken an höher gelegenen Leitungen Belastungen gemeldet worden, die 3 kg pro Laufmeter übersteigen.

Es würde für unsere Untersuchungen nun von besonderem Werte sein, wenn wir im Laufe des bevorstehenden Winters möglichst viele Werte bei den verschiedensten Höhenlagen erhalten könnten. Wir richten deshalb an alle Werke, die hierzu in der Lage sind, die Bitte, ihre Beobachtungen auch diesen Winter noch weiterzuführen. Dahei haben für uns nicht nur die ganz extremen Resultate Interesse, sondern wir legen Wert darauf auch diejenigen grössten Schnee- und Eisansätze zu kennen, mit welchen man in jedem normalen Winter in der betreffenden Gegend etwa rechnen muss.

Wir bitten die Werke, uns ihre Mitteilungen über die Schnee- und Eisansätze, wenn irgend möglich laufend zu machen und nicht bis zum Ende der Wintersaison zuzuwarten. Es genügen dabei ganz kurze Notizen, bei denen hauptsächlich folgende Angaben erwünscht sind: Material und Durchmesser der Leiter, Durchmesser der anhaftenden Schnee- oder Eiswalze, ungefähre Form derselben, Beschaffenheit des Schnees (nass, trocken, schwer, leicht, gefroren, locker), Höhenlage des Beobachtungsortes. Ist an einer Stelle ein Reissen oder bleibendes Strecken der Leitung oder ein Nachgeben der Tragwerke eingetreten, so sollte auch dies, unter Angabe der Spannweite an der betreffenden Stelle, gemeldet werden. Von grossem Werte wäre es, wenn jeweilen durch Wägungen das Gewicht der Schneeansätze pro m Leitungslänge ermittelt werden könnte, doch sind auch Angaben, welche diese Ermittelungen nicht enthalten, erwünscht. Wir sind auf Anfrage hin gerne bereit, Formulare zur Eintragung von Beobachtungsresultaten zur Verfügung zu stellen.

Wenn genügend Meldungen eingehen, beabsichtigen wir die Beobachtungen nach Schluss dieses Winters vorläufig abzuschliessen und über die erhaltenen Resultate in einer kurzen Veröffentlichung im Bulletin zu berichten.

Zürich, Dezember 1920.

Starkstrominspektorat des S. E. V.

Participation de l'Etat français dans les entreprises de distribution d'énergie. Pour ceux de nos lecteurs qui ne lisent pas régulièrement les journaux étrangers il sera intéressant d'apprendre que les chambres françaises ont voté une loi, qui portera la date du 11 août 1920, autorisant les travaux d'établissement d'un réseau pour la distribution d'énergie par l'Etat en participation avec des sociétés particulières. Les dépenses de l'Etat, déjà votées pour la première partie du réseau de distribution, s'étendant de la région minière du Nord jusqu'à Paris d'une part et d'autre part jusqu'aux Vosges, se monteront à 135 millions. Ces travaux ne constituent que le commencement d'une entreprise plus vaste, d'un réseau de distribution d'énergie qui sillonnera toute la France afin de tirer le meilleur parti possible des forces hydrauliques du pays, de ses richesses minières et des gaz de ses hauts-fourneaux.

La première annexe à la loi contient le projet des statuts d'une société par actions à capital variable qui doit être constituée par les producteurs d'énergie de la région Nord-Est et par l'Etat et qui sera appelée „le Régisseur".

Sous réserve d'obtenir l'autorisation du ministre, le Régisseur pourra construire les lignes nécessaires pour raccorder au réseau existant toute nouvelle centrale d'une puissance de 5000 kW au moins. Inversement le Régisseur *doit,* à la demande du ministre des Travaux publics, exploiter toute nouvelle ligne ou nouveau poste construit en vue du raccordement au réseau actuel soit d'une nouvelle centrale de 500 kW au moins, soit d'une entreprise de distribution d'énergie concessionnée par l'Etat.

La seconde annexe donne le texte de la convention qui devra intervenir entre le régisseur et l'Etat. Cette convention conclue pour une durée de 75 ans prévoit que l'Etat participera aux bénéfices en proportion des capitaux qu'il aura fournis. Elle fixe les bases de la compta-