Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung = Bulletin technique / Administration des télégraphes et des téléphones suisses = Bollettino tecnico / Amministrazione dei telegrafi e dei telefoni svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung

Band: 23 (1945)

Heft: 1: Alessandro Volta : zum Gedenken an seinem 200. Geburtstag

Artikel: Alessandro Volta : zum Gedenken an seinem 200. Geburtstag

Autor: Schiess, W.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-873172

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: 14.07.2025

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

BERN, den I. II. 1945 № 1 JAHRGANG - ANNÉE - ANNO XXIII

TECHNISCHE MITTEILUNGEN

HERAUSGEGEBEN VON DER SCHWEIZ. TELEGRAPHEN- UND TELEPHON-VERWALTUNG

BULLETIN TECHNIQUE

PUBLIÉ PAR L'ADMINISTRATION DES TÉLÉGRAPHES ET DES TÉLÉPHONES SUISSES

BOLLETTINO TECNICO

PUBBLICATO DALL'AMMINISTRAZIONE DEI TELEGRAFI E DEI TELEFONI SVIZZERI

PTT

Inhalt — Sommaire — Sommario: Alessandro Volta. — Ueber die vegetabile Absorption der Bodenwelle. — Die Erzeugung sinusförmiger Wechselströme über sehr breite Frequenzbereiche. Nouveau type d'oscillateur à gamme de fréquence variable très étendue. — Der Verkehrsanzeiger. L'indicateur de trafic. — Notice historique sur le premier grand pylône de France: La Tour Eiffel. — Die Telephonentwicklung in der Statistik. — Verschiedenes. Divers. — Fachliteratur. Littérature professionnelle. — Totentafel. Nécrologie. — Personalnachrichten. Personnel. Personale.

Alessandro Volta.

Zum Gedenken an seinem 200. Geburtstag. 92:621.352

Am 18. Februar 1945 sind es zweihundert Jahre her, dass Alessandro Volta, der bahnbrechende Forscher auf dem Gebiete der Elektrizität, in Como geboren wurde.

Die Verdienste, die sich Volta erworben hat, rechtfertigen, dass wir seiner an dieser Stelle gedenken. Wohl haben ihm die Elektrotechniker ein lebendiges Denkmal gesetzt, indem sie die Einheit der elektromotorischen Kraft nach seinem Namen mit „Volt" bezeichneten. Auch an marmorenen Denkmälern fehlt es nicht, wurden ihm doch in Como und Pavia, den Orten seines Wirkens, solche errichtet. Denkmäler müssen zu uns sprechen, sie müssen lebendig werden, wenn sie einen Sinn haben sollen. Wie viele, oder besser gesagt, wie wenige sind es, die ausser dem Namen Volta noch etwas über sein Leben und Wirken wissen? Wer sich mit der Elektrizität befasst, und wären es nur die Anfangsgründe, die einem in der Schule beigebracht werden, der erfährt im Unterricht die Tatsache, dass Volta die nach ihm benannte elektrische Säule erfunden hat. Damit ist die Sache meist abgetan. Auch die Schul- und Lehrbücher begnügen sich mit der Erwähnung der nackten Tatsache, ohne auf die Geschichte ihres Werdens einzugehen. Man überlässt dies der Geschichte der Wissenschaften und vergisst, wie lebendig gerade diese den Unterricht zu gestalten vermöchte.

Wenn man sich in die Geschichte der Wissenschaft vertieft, dann öffnen sich einem ganz neue Gesichtspunkte. Man wird gewahr, dass auch die Wissenschaft lebt und pulst, dass ihre Träger Menschen sind wie wir, wie du und ich. Und wenn man sich, wie im vorliegenden Falle, in die Geschichte des überaus reichen Lebens eines Alessandro Volta vertieft, dann wird man nicht nur von jener Bewunderung ergriffen, die alles Grosse auslöst, sondern es gesellt sich zu ihr die Liebe zum Menschen und zu seinem Werk. Solcher Bewunderung und

Liebe entspringen diese Zeilen des Gedenkens. Wenn es mir gelingen sollte, auch beim Leser einen Funken zu schlagen, an dem sich die Liebe entzünden könnte, dann wäre der Zweck meiner Zeilen erfüllt. Gerade unsere gegenwärtige, kampfdurchtobte Zeit bedarf der neuen Ideale. Nicht die Helden des Krieges können und dürfen fürderhin die Männer sein, die wir uns zum Vorbild nehmen und denen wir nachstreben. Wie unendlich grösser ist jenes Heldentum, das in aller Stille durch Denken und Wirken die Menschheit fördert, das ihr Glück statt Unglück bringt. Wie schön wurde dieser Gedanke durch den französischen Physiker P. Janet anlässlich des Internationalen Physikerkongresses, der zu Ehren Voltas im Jahre 1927 in Como abgehalten wurde, formuliert: „La commémoration des grands hommes et des grandes œuvres est un des devoirs les plus sacrés de l'humanité: c'est par elle que le présent se rattache au passé et prépare l'avenir; c'est en elle que les hommes peuvent oublier tout ce qui les divise pour s'unir en un commun sentiment d'admiration et de reconnaissance pour ceux dont les immortelles découvertes ont laissé une empreinte profonde et durable sur l'édifice toujours inachevé des connaissances humaines."

Verweilen wir zunächst einen Augenblick bei den wissenschaftlichen Kenntnissen, die Alessandro Volta auf dem Gebiete der Elektrizität vorgefunden hat.

„Unsichtbar wie die elektrische Kraft ist ihr Anfang in der Geschichte." Von den alten Griechen wissen wir, dass sie den Bernstein (griechisch = Elektron) kannten, der, wenn man ihn mit Wolle oder Seide reibt, die Fähigkeit bekommt, kleine Papierschnitzel anzuziehen. Man kannte ferner den Magnetstein (nach der Stadt Magnesia in Kleinasien benannt) und seine Eigenschaften. Er fand bereits in der alten chinesischen Kultur als Richtungsweiser bei Landreisen Verwendung. Sonderbarerweise fanden die Phänomene der Elektrizität und des Magnetismus nur geringe Beachtung. Ueber 1500 Jahre unserer Zeitrechnung verharrte die Menschheit über diesen Erscheinungen im Dunkeln. Die ersten Anfänge einer experimentellen Forschung, die eine ursächliche Erklärung des Naturgeschehens suchte, liegen weit zurück. Im Jahre 1269 befasste sich *Petrus Peregrinus* mit den Eigenschaften des Magneten und veröffentlichte eine erste Schrift unter dem Titel „Ueber den Magneten". Volle dreihundert Jahre dauerte es wieder, bis das Problem neu aufgegriffen wurde. Der Engländer *William Gilbert* (1540—1603), Leibarzt der Königin Elisabeth, veröffentlichte im Jahre 1600 eine Abhandlung „De arte magnetica", in der er der Oeffentlichkeit seine Experimente und Erkenntnisse bekanntmachte. Im Jahre 1663 erfand *Otto von Guericke* die Elektrisiermaschine und weitere 70 Jahre später, im Jahre 1730, machte *Du Fay* die wichtige Entdeckung, dass es zwei Elektrizitäten gibt, die von ihm Glas- und Harzelektrizität genannt, die später mit positiv und negativ bezeichnet wurden. Im Jahre 1745, dem Geburtsjahr Voltas, erfand der pommersche Domherr *von Kleist* die Verstärkungsflasche; sie wurde auf Grund der in Leyden durch den Physiker *Peter van Musschenbroek* (1692—1761) angestellten Versuche allgemein unter dem Namen Leydenerflasche bekannt. Die Flasche ermöglichte zum ersten Male die Speicherung der Elektrizität. Van Musschenbroek schrieb darüber an Réaumur, dass er durch die Entladung der Flasche in seinen Armen, Schultern und in seiner Brust durch den Schlag dermassen „betäubt" wurde, dass er auf einige Augenblicke den Atem verloren und sich erst nach zwei Tagen von dem Schlage und dem Schreck wieder habe erholen können. Er setzte hinzu, dass er nicht um das Königreich Frankreich einen zweiten Schlag ausstehen wollte! Im Jahre 1749 beschrieb Benjamin Franklin zum ersten Male in einem Briefe den elektrischen Charakter des Gewitters und seinen berühmt gewordenen Drachenversuch. Bis zu diesem Zeitpunkte hatte man alle erdenklichen Erklärungen für die Gewittererscheinungen, so dass die Entdeckung Franklins in der ganzen Welt das grösste Aufsehen hervorrief. So weit waren, in groben Zügen dargestellt, die Kenntnisse über die elektrischen und magnetischen Erscheinungen gediehen, als Alessandro Volta das Licht der Welt erblickte.

Wenden wir uns nach diesem kurzen historischen Exkurs dem Leben Voltas zu. Eines müssen wir vorausschicken: Voltas schriftlicher Nachlass ist so gross, dass die vorliegende Arbeit nur als ein ganz bescheidener Streifzug durch Leben und Werk gewertet werden kann. Die in der Form von Briefen vorliegenden Arbeiten wurden von der Reale Accademia dei Lincei und dem Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere in einer sogenannten Edizione nazionale gesammelt. Das prachtvolle siebenbändige Werk erschien unter dem Titel „Le opere di Alessandro Volta" in den Jahren 1918—1927 bei Ulrico Hoepli in Mailand. Weitere Literatur wird in einer besonderen Bibliographie am Ende des Aufsatzes genannt.

Im Leben und Wirken Voltas lassen sich zwei Abschnitte feststellen. Der I. Abschnitt umfasst die Zeit bis zum Erscheinen von Galvanis Schrift „De viribus electricitatis in motu musculari", im Jahre 1791, der II. Abschnitt reicht von 1792 bis in Voltas Todesjahr 1827.

I.

Als am 18. Februar 1745 dem comensischen Patrizier Don Filippo Maria Volta und der Donna Maddalena, geborene Gräfin Inzaghi, ein Sohn geboren wurde, da ahnten weder die glücklichen Eltern, noch jene, die an dem freudigen Ereignis Anteil nahmen, dass dieser Sprosse einst das Geschlecht der Volta unsterblich machen würde. Heute wissen wir, dass Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta, wie er mit seinem vollen Taufnamen hiess, zu den Grossen der Menschheit zählt und zusammen mit Leonardo da Vinci und Galileo Galilei das Dreigestirn bildet, das für die Entwicklung der Wissenschaft, und damit des Menschengeschlechtes überhaupt, von ausschlaggebender Bedeutung wurde.

Die Familie De Voltis oder Della Volta, wie sie sich ursprünglich nannte, kann bis in das 15. Jahrhundert zurückverfolgt werden, wo von einem Zanino Volta (1420) und einem Martino Volta die Rede ist, der auf der Rialtobrücke in Venedig einen Wollhandel betrieb. Die Familie stammte von Loveno, in der Nähe von Como. Don Filippo Maria Volta,

der Vater Alessandros, wurde am 6. Februar 1692 in Como geboren. Er wurde für den geistlichen Stand bestimmt. Während elf Jahren gehörte er dem Orden der Jesuiten an, den er aber verliess, um sich am 8. September des Jahres 1733 mit Donna Maddalena dei Conti Inzaghi zu verheiraten. Alessandro war das siebente von neun Kindern, die der Ehe entsprossen. Der Vater starb früh, in der Zeit zwischen 1749 und 1756. Sein Todestag ist nicht überliefert. Die Mutter Voltas erreichte ein Alter von 68 Jahren. Sie starb am 28. Oktober 1782 und erlebte den ruhmreichen Aufstieg ihres Sohnes noch. Don Filippo Maria Volta hinterliess die Familie in grosser Dürftigkeit, so dass Alessandro, zusammen mit seiner Mutter und drei Schwestern, in das Haus des Kanonikus Alessandro Volta, einem Onkel väterlicherseits, zog, der sich in väterlicher Liebe seines gleichnamigen Neffen annahm.

In der Kindheit scheint Alessandro sich geistig langsam entwickelt zu haben. Obwohl hochgewachsen, lernte er erst mit sieben oder acht Jahren fliessend zu sprechen. Auffallend waren dagegen seine Beobachtungsgabe und sein unermüdlicher Fleiss. Im besondern die Natur fand seine ungeteilte Aufmerksamkeit. Es wird erzählt, dass er im Alter von zwölf Jahren beinahe ertrunken wäre, als er in der Nähe Comos in einen Brunnen tauchte, von dem die Einwohner des Ortes behaupteten, es finde sich auf seinem Grunde eine Goldader. Nicht das Gold lockte den Knaben zu dem gefährlichen Unternehmen; er wollte die Behauptung bewiesen haben.

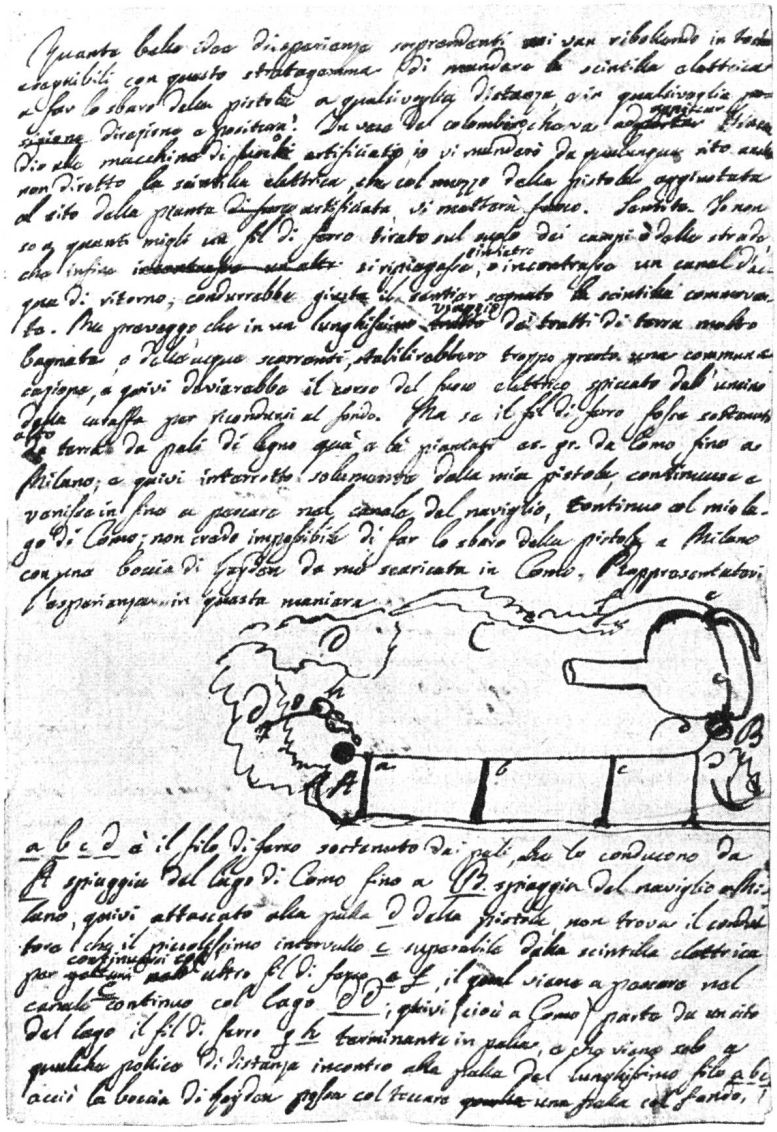
Kanonikus Volta sandte den jungen Neffen in das Jesuiten-Kollegium zu Como, wo dieser fleissig dem Studium der Philosophie und der Literatur oblag. Er wollte aus dem Jüngling einen Rechtsgelehrten machen, während der Jesuitenpater G. Bonesi ihn dem geistlichen Stande zuzuführen gedachte. Im Jahre 1761 verliess Alessandro auf Wunsch seines Onkels das Kollegium. Dieser sandte ihn, zusammen mit seinem Schulfreunde Cesare Gattoni, zu einem Landaufenthalt nach Gravedona. Mit siebzehn Jahren beherrschte Alessandro bereits fliessend die lateinische, die italienische und die französische Sprache in Wort und Schrift. Er besass ferner grosse literarische Kenntnisse und stand im Begriffe, sich der Dichtkunst zuzuwenden. Verschiedene Gedichte über philosophische und physikalische Themen hatten bereits Zeugnis gegeben von seinem dichterischen und rhetorischen Können. Seine Liebe zur Beobachtung der Natur im Sinne der Wissenschaft gewann aber das Uebergewicht, so dass Italien vielleicht einen Dichter verloren, aber dafür einen Pionier der Wissenschaft gewonnen hat, auf den es stolz sein kann. Aus eigenem Antrieb begann Alessandro die von der Elektrizität handelnden Werke seiner Zeit zu studieren. Zu den Meistern des Faches gehörten Peter van Musschenbroek, Giovanni Battista Beccaria und Jean Antoine Nollet. Durch seinen um einige Jahre älteren Freund Gattoni (1741—1809), den späteren Kanonikus, wurde Alessandro in seinem Vorhaben in wertvoller Weise gefördert, indem er ihm Bücher und Apparate zu seinen Experimenten zur Verfügung stellte. Bereits im Jahre 1763, also im Alter von 18 Jahren, begann Volta seine Korrespondenz mit den Grössen seiner Zeit. So schrieb er an den in Paris lebenden Physiker Abbé Jean Antoine Nollet (1700—1770) und wies auf die Möglichkeit hin, dass zwischen den elektrischen und den newtonschen Phänomen eine Uebereinstimmung bestehen müsse. Aus der Antwort Nollets sei folgende Stelle erwähnt: „Die Lektüre Ihrer Darlegungen über die Ursachen der Elektrizität wird für mich eine nicht geringe Genugtuung sein. Es wundert mich, dass Sie daran denken, von der newtonschen Anziehung die Gesetze der elektrischen Erscheinungen abzuleiten, denn ich erachte ein gutes Gelingen dieses Vorhabens als sehr schwierig. Bis jetzt ist mir nicht bekannt, dass ein anderer Physiker es gewagt hat, sich auf diesen Weg zu begeben; es wird Ihr voller Ruhm bedeuten, wenn Sie ihn mit Lob zu gehen wissen." Es lässt sich nicht ermessen, welche Wirkung diese Anerkennung Nollets auf die Entwicklung Voltas gehabt hat.

Am 18. April 1769 erschien die erste klassisch gewordene Arbeit Voltas. Sie war in lateinischer Sprache geschrieben unter dem Titel „De vi attractive ignis electrici ac phenomenis inde pendentibus" und in Form eines Briefes an Giovanni Battista Beccaria, Professor an der Universität Turin, gerichtet. In dieser Arbeit finden sich bereits die Prinzipien des später erfundenen Elektrophors angedeutet. Ein zweites Memorandum, adressiert an den bekannten Elektrologen und Naturwissenschafter Lazzaro Spallanzani an der Universität Pavia, veröffentlichte Volta im Jahre 1771.

Durch die Beachtung, die die beiden Schriften in den wissenschaftlichen Kreisen fanden, wurde auch die Heimatgemeinde Como auf den jungen Physiker aufmerksam. Am 22. Oktober 1774 wurde Volta als Superintendant und Lehrer an der königlichen Schule zu Como ernannt. Ein Jahr später, 1775, gelang Volta die erste epochemachende Erfindung, die des *Elektrophors* (= Elektrizitätsträger). Sein Elektrophor bestand aus einem Harzkuchen, auf den eine mit einem isolierten Handgriff versehene Metallscheibe passte. Peitschte man den Harzkuchen mit einem Fuchsschwanz, so wurde er elektrisch und gab seine Elektrizität an die Metallscheibe ab. Am 10. Juni 1775 teilte er seine Erfindung dem bekannten englischen Forscher und Philosophen Joseph Priestley mit. Gleichzeitig unterrichtete er den Grafen Carlo Giuseppe di Firmian, bevollmächtigter Minister und Generalgouverneur der Lombardei, von seiner Erfindung. Dieser ernannte ihn am 1. November 1775 zum Professor der Experimentalphysik und sprach ihm ein jährliches Stipendium von 800 L. für seine Forschungen zu. Hier verdient erwähnt zu werden, dass Volta am 2. November 1776 von der Physikalischen Gesellschaft der Stadt Zürich zum ausländischen Mitglied ernannt wurde. Dies war die erste Ehrung, die ihm von einer wissenschaftlichen Gesellschaft zuteil wurde.

Von diesem Zeitpunkte an werden die Probleme und damit die Korrespondenz so weitläufig, dass wir sie nicht im einzelnen verfolgen können. Wir müssen uns mit einer einfachen Aufzählung der Tatsachen begnügen, wobei allerdings besonders sprechende Stellen aus seinem Briefwechsel zur Beleuchtung seiner Entwicklung herangezogen werden.

Anlässlich eines Spazierganges an den Ufern des Lago Maggiore beobachtete Volta das Aufsteigen kleinerer und grösserer Blasen, die sofort seine ganze Aufmerksamkeit gefangen nahmen. Sicher war Volta nicht der erste, der diese Erscheinung wahrnahm. Die in der Folge angestellten Untersuchungen führten im Jahre 1777 zur Erfindung der *Voltaschen Pistole* und der *Lampada perpetua Voltiana*, dem ersten elektrischen Feueranzünder der Welt. Die aus dem Wasser steigenden Blasen erwiesen sich als brennbare Gase, als Sumpfgas. In beiden Erfindungen gebrauchte Volta den elektrischen Funken zur Entzündung. Wie er sich die praktische Verwendung seiner Pistole dachte, geht aus einem vom 15. April 1777 datierten Briefe an Professor Carlo Barletti von der Universität Pavia hervor. Er ist von besonderer Bedeutung, weil er eine Stelle enthält, die dartut, dass und wie sich Volta auch mit dem Problem der Telegraphie befasste.



Ausschnitt aus dem Briefe an Barletti.

Volta schreibt: „Ich weiss nicht, wie viele Meilen weit ein Eisendraht, der auf dem Boden der Felder oder der Strasse ausgespannt, rückwärts gekrümmt oder durch einen Wasserkanal verlegt wird, den Funken auf dem angedeuteten Wege zu leiten vermag ... Wenn dagegen der Eisendraht von hölzernen, in bestimmten Abständen von Ort zu Ort, etwa von Como nach Mailand errichteten Abständen getragen würde und bloss an dem letzten Ort in einer (elektrischen) Pistole unterbrochen wäre, während er hinter dieser sich fortsetzen und endlich in einem Schiffahrtskanal eintauchte, der mit meinem Comersee in Verbindung stünde, so halte ich es nicht für unmöglich, mittels einer von mir in Como geladenen Leydenerflasche meine Pistole in Mailand abzufeuern." Beinahe 75 Jahre dauerte es, bis sich die Ueberlegungen Voltas in der elektrischen Telegraphie verwirklichten, wenn auch in anderer Form. Einen ähnlichen Vorschlag entwickelte im Jahre 1794 der in Genf lebende Heinrich Reusser, der, gleich Volta, explosive Gase in einer Röhre durch den elektrischen Funken entzünden wollte, um auf diese Weise „unterirdisch von einer Seite der Strasse

nach der andern zu telegraphieren". Ich führe dieses Beispiel an, um zu zeigen, wie lange es brauchte, bis sich die verschiedenen Anregungen in einer brauchbaren Form verwirklichen liessen.

Im gleichen Jahre 1777 erfand Volta im Zusammenhang mit seinen Gas- und Luftuntersuchungen das *Endiometer* (= Luftgütemesser), eine Vorrichtung, mit der sich der Sauerstoffgehalt der Luft bestimmen liess. Auch diese Erfindung behandelte er in seiner Korrespondenz mit dem Engländer Joseph Priestley.

Am 2. September 1777 begab sich Alessandro Volta, zusammen mit dem Grafen G. B. Giovio, auf eine Schweizerreise. Sein Freund und Gönner, der bereits genannte Graf di Firmian, hatte zu diesem Unternehmen einen Beitrag von 50 Zecchinen (1 Zecchino = ca. 10 Franken) gestiftet. Die Reise führte über den Gotthard nach Luzern, Einsiedeln nach Zürich, wo Volta mit Schulthess und Lavater zusammentraf und ebenfalls die Bekanntschaft Salomon Gessners machte. Von Zürich führte der Weg über Schaffhausen nach Basel zu Bernoulli. Nach einem Abstecher nach Breisach, Colmar und Strassburg setzten die beiden Reisenden den Weg nach Solothurn und Bern fort. In Bern traf Volta mit den Grössen der Wissenschaft zusammen, unter andern auch mit Haller. Nach einem Ausflug über den Thunersee an die Staubbachfälle nach Grindelwald, der einen grossen Eindruck auf Volta machte, setzten sie die Reise fort und kamen über Neuenburg, Yverdon, Lausanne nach Genf. Hier war Volta Gast von Sénébier, Horace Bénédicte de Saussure und andern Wissenschaftern von Namen. Bei diesem Aufenthalt in Genf lernte er auch Voltaire, der in Ferney lebte, kennen. Von Genf ging die Reise nach Frankreich über den Mont Cenis nach Modane und zurück nach Como, wo sie gegen Ende des Jahres eintrafen. Das Zusammentreffen mit den Berner Gelehrten hatte zur Folge, dass die Société de Berne Volta als ihr Mitglied einschrieb und dass Jakob Samuel Wyttenbach (1748—1830), ein namhafter Gelehrter und Herausgeber des „Bern. Magazins der Natur, Kunst und Wissenschaften" (erschienen in den Jahren 1775—79), an Volta schrieb, er möchte ihm jeweilen die wissenschaftlichen Neuigkeiten aus Italien zukommen lassen, damit er sie in seiner Zeitschrift veröffentlichen könne. Im Jahre 1778 wandten sich übrigens auch Becker und Gessner in Zürich an Volta mit der Bitte, an der von ihnen herausgegebenen Zeitschrift mitzuarbeiten.

Im März 1778 wurde Voltas Gehalt auf Beschluss des königlichen Hofes auf 2400 L. erhöht und gegen Ende des gleichen Jahres wurde er auf den Lehrstuhl für Experimentalphysik der Universität Pavia berufen. Im Jahre 1779 siedelte Volta an seinen neuen Wirkungskreis über. Er blieb aber seiner Heimat treu und verbrachte seine Freizeit regelmässig in Como.

Nachdem Volta den Elektrophor erfunden hatte, experimentierte er weiter und fand, dass sich dessen Wirkung ganz wesentlich erhöhen liess, wenn man mehrere der Metallglieder miteinander in Verbindung brachte. Auf diese Weise erfand er im Jahre 1780 den *Kondensator*, was seinen Ruhm abermals steigerte. Im Herbst 1781 unternahm Volta eine zweite Auslandreise, die ihn über die Schweiz nach Deutschland, Holland, Belgien, Frankreich und England führte. Wo Volta durchkam, wurde er von den Gelehrten empfangen und wurden ihm reiche Ehrungen zuteil. In Paris, wo er sich während vier Monaten aufhielt, traf er mit Benjamin Franklin, Buffon, Lesage, Laplace, Lavoisier und vielen andern Gelehrten zusammen, mit denen er sich über die wissenschaftlichen Probleme im allgemeinen und die Elektrizität im besondern unterhielt und ihnen die Experimente mit seinem Kondensator vorführte. In einem Briefe vom 24. März 1782 schreibt er seinem Bruder Luigi, Archidiakon in Como, wie seine Zeit durch die Besuche von Professoren und naturwissenschaftlichen Liebhabern ausgefüllt sei, und in einem zweiten Briefe vom 1. April spricht er sich lobend über die schönen Spaziergänge in Paris und das gute Essen aus, das ihm in den verschiedenen Häusern seiner Verehrer vorgesetzt werde. Volta reiste hierauf nach London, wo er im Mai 1782 vor der Royal Society seine Dissertation über den Kondensator vortrug. Die Arbeit erschien in den von der Royal Society herausgegebenen Philosophical Transactions (Vol. 72).

Eine dritte Reise führte Volta mit seinem Freunde Antonio Scarpa, Professor an der Universität Pavia, nach Wien, wo Volta von Kaiser Josef II. in freundschaftlicher Weise empfangen wurde. Als Zeichen der Anerkennung übergab ihm dieser eine schöne Summe Geldes zur Fortsetzung seiner Studienreise. Ueber Prag, Dresden führte die Fahrt nach Berlin. Während längerer Zeit hielt er sich in Göttingen bei Lichtenberg auf, mit dem er auch korrespondierte.

Für das Studienjahr 1785—86 wurde Volta von den Studenten der Universität Pavia zum Rektor gewählt.

Das Ziel einer vierten Reise im September 1787 war wiederum die Schweiz. Er kam über den Simplon nach dem Wallis und setzte seine Reise nach Lausanne und Genf fort, wo er abermals mit Horace Bénédicte de Saussure zusammentraf und der herzlichen Freundschaft pflegte. Am 5. Oktober wurde Volta zum ordentlichen Mitglied der Wissenschaftlichen Gesellschaft von Lausanne ernannt.

Mit diesen wenigen skizzenhaften Darlegungen haben wir Voltas Leben bis zu Galvanis Entdeckung (1791) kennengelernt. Damit beginnt ein neuer Lebensabschnitt. Bis zum Jahre 1790 waren die wissenschaftlichen Leistungen Voltas so gross, dass sie alleine genügt hätten, ihn für immer in die Annalen der Wissenschaft eingehen zu lassen. Die Beachtung, die seine Erfindungen in der ganzen Welt fanden, sowie die Verehrung und Freundschaft, die ihm von allen zeitgenössischen Gelehrten aus zuteil wurde, sind sprechende Zeichen für seine Verdienste. Volta war um diese Zeit Mitglied folgender wissenschaftlicher Gesellschaften und Akademien: Zürich, Siena, Mantua, Bern, Harlem, Académie de France, Turin und Lausanne. Im Jahre 1791 wurde er auch Mitglied der Royal Society in London.

II.

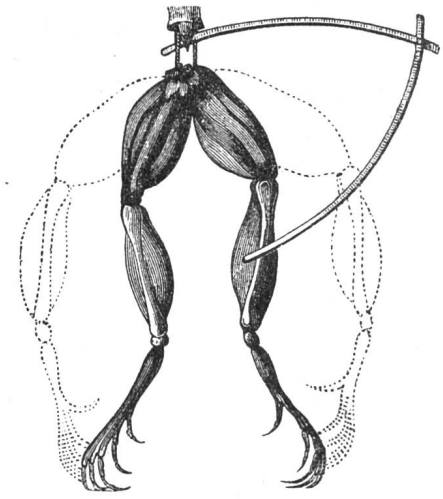
Der zweite Lebens- und Arbeitsabschnitt Voltas lässt sich nicht beschreiben, ohne gleichzeitig einige Worte über den Bologneser Anatomieprofessor Luigi Galvani (1737—1798) zu sagen, denn Volta widmete seine weitern Arbeiten ganz der Entdeckung Galvanis.

Wenn man den Namen Galvani hört, so erinnert man sich unwillkürlich auch der zuckenden Froschschenkel, die seinen Namen in aller Welt bekannt werden liessen. Man erzählte sich, dass er seine Entdeckung machte, als er seiner kranken Lucia, wie er seine Frau beim Kosenamen nannte, ein Süppchen kochen wollte. Das ist natürlich eine Legende. Aber gerade das Legendäre ist in diesem Falle das gefühlsmässig Ansprechende, das zur Einprägung und Verbreitung dieser Entdeckung Galvanis beigetragen hat. Tatsächlich hat sich die Sache etwas anders verhalten.

Luigi Galvani präparierte in seiner Eigenschaft als Anatom die erwähnten Froschschenkel, um sie zu irgendwelchen Versuchen zu verwenden. Als er mit seinem Skalpell gerade den Nerv eines Schenkels berührte, entzog einer seiner Assistenten der auf demselben Tisch stehenden Elektrisiermaschine einen Funken. In diesem Augenblick geriet der Froschschenkel in so lebhafte Zuckungen, dass sie nicht übersehen werden konnten. Durch einen reinen Zufall war hier ein Phänomen in Erscheinung getreten, das Galvani mit der Leidenschaftlichkeit des Forschers weiter verfolgte. Die Versuche ergaben, dass die Froschschenkel in starke Konvulsionen gerieten, wenn ein Muskel und ein entblösster Nerv mit zwei verschiedenen Metallen in Berührung kamen, sofern die beiden Schenkel selbst miteinander in metallischer Verbindung standen. Galvani soll seine Versuche und die daraus gewonnenen Erkenntnisse lange geheimgehalten haben. Erst im Jahre 1791 gab er seine Beobachtungen in einer kleinen, 58 Seiten umfassenden Schrift unter dem Titel „De viribus electricitatis in motu musculari" der Oeffentlichkeit bekannt. Galvanis Schrift begegnete in der ganzen wissenschaftlichen Welt der grössten Beachtung und Aufmerksamkeit, denn sie enthielt „eine der schönsten und überraschendsten Entdeckungen". Die Ursache der Erscheinungen glaubte Galvani zuerst in der atmosphärischen Elektrizität zu erkennen. Er liess diese Ansicht aber bald wieder fallen, da die angestellten Versuche gegen diese Annahme sprachen. Er schrieb in diesem Zusammenhang: „Aber wie leicht betrügen wir uns in Versuchen; was wir zu sehen und zu finden wünschen, das glauben wir nur zu oft gesehen und gefunden zu haben." Galvani kam zu der Ueberzeugung, dass die elektrische Ladung nicht von aussen in die Froschschenkel komme, sondern dass die Ladung bereits vorhanden sein müsse, d. h. ihren Ursprung und Sitz in den Körpern selbst habe. Das Geheimnis des Lebens schien in der Elektrizität gefunden zu sein. Mit diesen Annahmen, auf die wir an dieser Stelle nicht weiter eingehen können, hatte sich Galvani, trotz seiner Warnung, selbst betrogen, wie die weitere Entwicklung seiner Entdeckung bald zeigte.

Mit der Veröffentlichung seiner grossen Entdeckung wandten sich Galvanis Lebensumstände zum Schlechten. Wegen der Deutung, die er der Erscheinung gab, geriet er in heftige Streitigkeiten, die sich bald in einen Kampf zwischen zwei Schulen auswuchsen und ihm viele Verdriesslichkeiten verursachten. Im weitern wurde er von familiärem Unglück getroffen, indem er seine Frau verlor, die an seinen Arbeiten wesentlichen Anteil hatte. Als sich mit dem Einzug Napoleons die politischen Verhältnisse seiner Heimat änderten und die Cisalpine Republik ausgerufen wurde, da weigerte sich Galvani, den geforderten Bürgereid zu leisten und verlor alle seine Aemter. Im Jahre 1798 erlag Galvani einem schmerzhaften Magenleiden.

Der gefährlichste Gegner der von Galvani entwickelten Theorie von der tierischen Elektrizität wurde in der Folge Alessandro Volta. Mit dem Bekanntwerden von Galvanis Schrift beschränkte sich Volta ganz auf die weitere Erforschung dieser Entdeckung. Volta war damals 47 Jahre alt und galt längst als Autorität auf dem Gebiete der Elektrizität. Nach den ersten Versuchen teilte er noch die von Galvani gegebenen Erklärungen, wie dies aus einem Briefe vom 3. April 1792 an den Mailänder Arzt Baronio hervorgeht. Volta schrieb: „Diese eigentümliche, angeborene, nicht von aussen in den Körper übertragene Elektrizität der Tiere offenbart sich in den ... präparierten Fröschen, und auch an



Versuch mit dem aus zwei verschiedenen Metallen bestehenden C-förmigen Bogen.

andern warm- und kaltblütigen Tieren, wenn man den Kunstgriff braucht, die Nerven durch Entblössung gleichsam zu isolieren und durch eine Metallbedeckung (gemeint ist die Zinnfolie, d. Verf.) zu waffnen; sie offenbart sich, sage ich, wie die künstliche, ohne dass doch diese, schwach oder stark, dabei nur im geringsten ins Spiel kommt, durch gleiche krampfhafte Muskelbewegungen, wenn man mittelst vollkommen leitender Körper eine Verbindung zwischen den Muskeln und Nerven herstellt."

„Ein solcher Körper sei z. B. ein Messingdraht, in der Form eines C gebogen. Dieser Draht besitze nicht mehr und nicht weniger als ein natürliches Mass elektrischer Materie; er kann also auch einen andern Körper, z. B. einen präparierten oder nicht präparierten Frosch, der ebenfalls mit seinem natürlichen Masse Elektrizität begabt ist, elektrische Materie weder geben noch nehmen. Man hält nun diesen Messingdraht mit einem Ende an den Muskel, mit dem andern an den Nerv und man wird augenblicklich die vorhin gedachten Konvulsionen entstehen sehen. Es liegt also am Tage, dass die elektri-

sche Materie dieser Teile in einem gewissen Missverhältnis gestanden, und dass durch den als Entlader wirkenden Messingdraht ein Gleichgewicht hergestellt worden ist. Hierauf beschränkt sich seine ganze Wirkung; er kann die elektrische Materie nicht dahin ziehen, wo sie nicht von selbst hinstrebt; ihr einen bequemen Weg darzubieten, das ist alles, was er vermag." ... „Wie in der Leydenerflasche die eine Belegung negativ, die andere positiv geladen wird, so, sage ich, hat auch hier in den Nerven oder im Innern des Muskels, wo sich selbige enden, eine negative, an der Aussenfläche des Muskels eine positive Elektrizität ihren Sitz." Volta fährt fort: „Ich glaube also hieraus schliessen zu dürfen, dass den Nerven von Natur eine negative, dem Muskel eine positive Elektrizität zuteil geworden sei." Mit der letzten Meinung stand Volta im Gegensatz zu Galvani, der glaubte, der Muskel sei negativ und der Nerv positiv.

Während sich Galvani mit diesen seinen Erkenntnissen zufriedengab und sich bis an sein Lebensende nicht mehr davon abbringen liess, suchte Volta weiter nach den Ursachen der Erscheinungen. Bereits am 5. Mai 1792, also einen Monat nach dem vorzitierten Briefe an Baronio, veröffentlichte Volta seine „Abhandlung über die tierische Elektrizität", deren ersten Teil er bei Anlass einer Promotion in der Aula der Universität Pavia vortrug. Er führte darin aus: „Dass dieser so platterdings angewendete Bogenleiter (C-förmig) keine Elektrizität hervorbringen kann, wird jeder leicht einsehen, der nur eine oberflächliche Kenntnis von der Elektrizität hat; wohl scheint aber sein einziges und eigentliches Geschäft zu sein, jene Elektrizität, die schon da war, wo sie durch ihre Menge oder Verbreitung die Oberhand hat, dorthin zu leiten, wo sie fehlt. Aus dieser Ursache heisst er auch mit Recht der Zuleiter oder Entlader." Und an anderer Stelle sagt er: „Da die vornehmsten Ursachen über wahre tierische, den Organen eigene angeborene Elektrizität so bestätigt sind, dass kein Zweifel mehr stattfindet, so entschloss ich mich, Qualität, Quantität und die Art derselben zu untersuchen. Die Untersuchung der Quantität oder der Stärke derselben schien mir allem andern vorgehen zu müssen. Was lässt sich Gutes, besonders in der Physik, hervorbringen, wenn nicht alles auf Mass und Grade berechnet ist? Wie lassen sich die Ursachen abwägen, wenn weder Stärke noch Menge und der innere Gehalt der Wirkungen bestimmt ist?" Gerade in dieser letzten Feststellung offenbart sich der fundamentale Unterschied zur Problembehandlung Galvanis, der sich in allerhand Spekulationen erging. Hier unterschied sich der Physiker vom Arzt.

Wenn mit der Entdeckung Galvanis das „Märtyrium der Frösche" begann — wollte doch die ganze wissenschaftlich interessierte Welt die Versuche wiederholen —, so darf Volta, wie es geschehen ist, „Der Schrecken der Frösche" genannt werden. Unermüdlich war er in seinen Experimenten. Immer neue und erweiterte Versuche stellte er an, die ihn aber immer weiter von Galvanis und seinen eigenen ersten Anschauungen abbrachten. In Kürze brachte er das Problem vom physiologischen Boden auf den rein physikalischen. Am 13. September 1792 schrieb er einen ersten Brief an seinen in England lebenden Landsmann, den Physiker Tiberius Cavallo. In bezug auf Galvanis Schrift sagte er, „sie enthält eine der schönsten und überraschendsten Entdeckungen und den Keim zu vielen andern". Ein zweiter Brief an Cavallo ist datiert vom 28. Oktober 1792. Cavallo, die Tragweite von Voltas Arbeiten ahnend, legte die Briefe in einer Sitzung der Royal Society vor, die sie am 31. Januar in den Philosophical Transactions veröffentlichte. Durch seine Versuche war Volta zu der Ueberzeugung gelangt, dass die präparierten Froschschenkel ein ausserordentlich empfindliches Elektroskop darstellen, durch das sich weit geringere Mengen der Elektrizität nachweisen lassen als mit den empfindlichsten der bisher gebräuchlichen Instrumente. In einem seiner Briefe an Cavallo schreibt er „Auf diese Weise habe ich ein neues Gesetz entdeckt, welches, nicht so sehr ein Gesetz der tierischen Elektrizität ist, als ein Gesetz der gewöhnlichen Elektrizität; dieser letzteren muss man die Mehrzahl der Erscheinungen zuschreiben, die nach Galvanis Versuchen und nach mehreren anderen, die ich selbst in Folge dieser angestellt habe, einer wahren eigenen tierischen Elektrizität anzugehören schien, was aber nicht der Fall ist; es sind tatsächlich Wirkungen einer sehr schwachen, künstlichen Elektrizität, die in einer Art und Weise erregt wird, von der man keine Ahnung hatte, durch einfache Anbringung zweier Belegungen aus verschiedenen Metallen, wie ich sie bereits andeutete und anderswo besser erläutern werde." Dass der Bruch zwischen Volta und Galvani in bezug auf ihre Theorien ein völliger war, geht aus einer „vorläufigen Mitteilung" hervor, die in Brugnatellis Giornale Fisico-Medico im November 1792 (S. 192) erschien. Darin sagt Volta: „Alle diese Versuche sprechen gegen eine eigene tierische Elektrizität und für die Entstehung elektrischer Erscheinungen durch die Metalle und feuchte Leiter. Ich habe Versuche gemacht, welche einen gleichen Uebergang der elektrischen Flüssigkeit anzeigen, so Metalle verschiedener Art an alle möglichen nichtanimalischen Körper gebracht werden, auch an andere feuchte Gegenstände, als Papier, Leder, Tuch usw., welche mit Wasser getränkt wurden, und noch besser das Wasser selbst. Dieses ist zuletzt der ganze Erfolg einer derartigen Verbindung der Metalle. Sie sind unter diesen Umständen nicht nur Ableiter, wie in andern Fällen, sondern wahre *Beweger* und *Erreger* der Elektrizität, und das ist eine kapitale Entdeckung."

Es war eine *kapitale Entdeckung*, die Volta gemacht hatte. Ueber diese Fragen, d. h. über die Metalle, die Metalle als Erreger und Beweger und die Metalle als blosse Leiter, entwickelte sich in der Folge eine umfangreiche Korrespondenz zwischen dem Turiner Professor Abbé Antonio Maria Vassalli und Professor Giovanni Aldini, einem Neffen des Galvani, sowie mit Professor Gren in Halle, dem Herausgeber des „Neuen Journals für Physik". Die Briefe an Vassalli aus den Jahren 1793—95 enthalten die erste von Volta aufgestellte Spannungsreihe. Es wird darin ferner das Prinzip ausgesprochen, dass aus jeder Berührung ungleichartiger Leiter eine Wirkung entstehe, welche die Elektrizität in Bewegung setze. Die metallischen Leiter hätten den Vorzug,

„dass sie die elektrische Flüssigkeit nicht nur in Bewegung setzen, sondern auch aufregen." (1794.)

Im Jahre 1794, elf Jahre nachdem er der Royal Society den Kondensator demonstriert hatte, wurde Volta die goldene Copley-Medaille, die höchste Auszeichnung, die die Royal Society zu vergeben hat, zuerkannt. Der Präsident dieser hohen Institution, Sir Joseph Banks, fand bei diesem Anlass Worte der Anerkennung, die in einer Gedenkschrift nicht fehlen dürfen. „Die Experimente des Professors Galvani hatten, bevor sie von Professor Volta aufgeklärt wurden, viele Gelehrte in verschiedenen Teilen Europas überrascht und gewissermassen in Erstaunen gesetzt. Professor Volta gebührt das Verdienst, die Experimente seines Landsmannes einer gründlichen Beurteilung und genauen Erforschung unterzogen zu haben; er erklärte sie sogar Dr. Galvani selbst und ganz Europa, wobei er mit unbegrenzter Urteilsschärfe und stichhaltigen Beweisen vorging. Durch die Philosophical Transactions hat er uns gelehrt, dass die verschiedenen Naturerscheinungen, welche sich bei den Modifikationen der Experimente, die bisher von Galvani gemacht wurden, darboten, zur Gänze der ausserordentlichen Reizbarkeit des Nervensystems, sobald es dem Prozesse eines Teiles des elektrischen Fluidums ausgesetzt ist, zuzuschreiben sind, welches zu winzig ist, um selbst mit dem feinen Elektrometer unseres erfinderischen Bruders Mr. Bennet oder Worksworth entdeckt zu werden; und er hat in den Metallen, welche von Dr. Galvani bloss als Leiter seiner animalischen Elektrizität betrachtet wurden, gerade die existierende Grundursache entdeckt, welche Dr. Galvani und seine Nachfolger übersehen hatten."

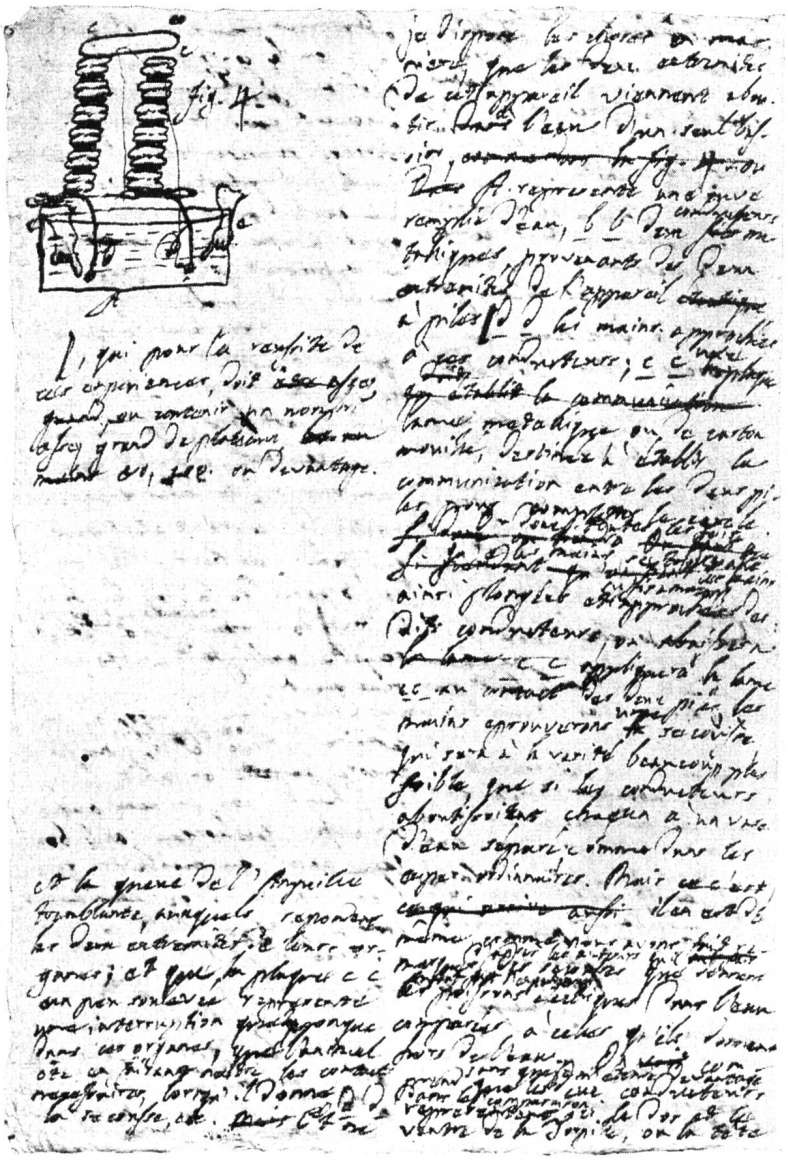
Am 22. September 1794 gründete Volta im Alter von 49 Jahren einen eigenen Hausstand. Er verheiratete sich mit Maria Alonsa Teresa Peregrini, der am 5. Juni 1764 geborenen Tochter des Luigi Peregrini, gewesener königlicher Delegierter in Como. Der Ehe entwuchsen drei Söhne, von denen zwei, Zanino und Luigi, den Vater überlebten, während der dritte, Flaminio, im Alter von 18 Jahren in Mailand starb. Die ersten Jahre seiner Ehe zählen zu den fruchtbarsten Jahren seines geistigen Schaffens und trugen dazu bei, seinen Weltruhm noch zu festigen.

Um sich zu vergegenwärtigen, unter welchen Verhältnissen Volta damals arbeitete, müssen wir uns einen Augenblick bei den politischen Verhältnissen in Europa, und im speziellen in Italien, aufhalten. Europa stand im Kriege. Gerade Como lag inmitten des Sturmes, der zwischen Oesterreich, Frankreich und Italien wütete. Napoleon besetzte die Lombardei und errichtete die Cisalpine Republik, die in den intellektuellen Kreisen viele Anhänger fand, versprach er doch, Italien aus der österreichischen Knechtschaft zu befreien. Am 15. Mai 1796 wurde Volta, zusammen mit dem Grafen G. B. Giovio, von den Behörden Comos nach Mailand abgesandt, um sich durch sie beim Empfang des Generals Bonaparte vertreten zu lassen. Aus diesem ersten Zusammentreffen mit Napoleon zog Volta manchen persönlichen Vorteil, aber auch einige Ungelegenheiten. So wurde er im Oktober des gleichen Jahres in Pavia öffentlich angeklagt, er hätte Bestrebungen unterstützt, die darauf hinzielten, die Universität Pavia nach Mailand zu verlegen. Volta verteidigte sich in einer Schrift gegen diese Vorwürfe und Unterschiebungen. Die Anschuldigungen hatten ihn derart erbittert, dass er am 15. Dezember um seine Entlassung bei der cisalpinen Regierung nachsuchte. Sie wurde ihm aber nicht bewilligt. Bereits am 13. Februar 1797 kam es erneut zu einem Zwischenfall. Die Professoren Volta, Zola, Nani und Prescini, die Dekane der verschiedenen Fakultäten der Universität Pavia, protestierten gegen den vom Ministerium der Cisalpinen Republik vorgeschlagenen Kalender, wofür sie vom damaligen Rektor, Professor Rasori, als österreichfreundlich bei der Regierung verzeigt wurden. Die Denunziation blieb aber ohne den gewünschten Erfolg!

In einem ersten Briefe an Professor Gren in Halle, aus dem Jahre 1796, in dem Volta nur ein einziges Experiment beschreibt, sagt er: „Sie sehen jetzt, worin das ganze Geheimnis, die ganze Magie des *Galvanismus* besteht. Sie ist nichts als eine durch die Berührung heterogener Leiter in Bewegung gesetzte künstliche Elektrizität. Die verschiedenen Leiter sind es, welche hierbei tätig, welche die wahren Erreger derselben sind, und das Gesetz gilt nicht etwa bloss für die Metalle oder die Leiter der ersten Klasse, wie man hätte glauben sollen, sondern mehr oder weniger für alle, nachdem sie ihrer Natur und Güte nach mehr oder weniger voneinander verschieden sind, und folglich auch in einigen Graden für die Feuchten oder Leiter zweiter Klasse. Solange Sie von diesem Gesetze ausgehen, werden Sie alle bisher angestellten Erfahrungen leicht erklären können, ohne zu irgendeinem eingebildeten andern Prinzip einer aktiven tierischen und den Organen eigentümlichen Elektrizität Ihre Zuflucht nehmen zu dürfen; Sie werden mit Hilfe desselben sogar neue Versuche erfinden und ihren Erfolg vorhersagen können, wie ich es getan habe und nachträglich tue. Verlassen Sie aber diese Grundsätze, so werden Sie in diesem weiten Felde von Versuchen nichts als Ungewissheiten, Anomalien und Widersprüche ohne Ende antreffen, und alles wird ein unlösbares Rätsel werden." Und weiter schreibt Volta mit einem leichten Anflug von Ironie: „Doch gibt es noch verschiedene Leute, auf welche solche Versuche mehr Eindruck machen, wo die Zeichen der erhaltenen Elektrizität recht stark sind, wo die Elektrometer recht viele Grade angeben oder ihre Pendel sich zu einem recht grossen Winkel öffnen und endlich gar gegen die Wände des Glases schlagen, welches sie einschliesst. Auch diesen Leuten muss ich noch Genüge leisten, ohne mich jedoch auch hier an eine andere Elektrizität als die durch Berührung der Metalle erzeugte zu halten, welche Elektrizität gewissermassen unter meiner Jurisdiktion steht und welche mit dem Namen *metallische Elektrizität* zu belegen man mir nicht verwehren wird; auch die, sage ich, welche das auffallende Zeichen solcher Elektrizität begehren, habe ich jetzt noch zu befriedigen; auch den Funken möchten sie verlangen."

Im Jahre 1797 gelang es Volta zum ersten Male, Zeichen des elektrischen Stromes ohne Zuhilfenahme des Kondensators nachzuweisen. In den Jahren 1797 bis 1800 setzte er seine Versuche fort

und suchte durch eine Multiplizierung der Metallpaare Silber und Zink die Stärke der elektrischen Ladung zu erhöhen. Er konstatierte, dass die Spannung mit der Anzahl der verwendeten Metallpaare zunimmt. Auf diese Weise kam Volta zur Konstruktion seiner Säule und zur Aufstellung seiner Spannungsreihe, d. h. seiner Kontakttheorie. Im Januar des Jahres 1800 lagen seine Arbeiten abgeschlossen vor: die *Voltasche Säule* und der *Voltasche Becherapparat*. Nun konnte er sein Schweigen brechen, in

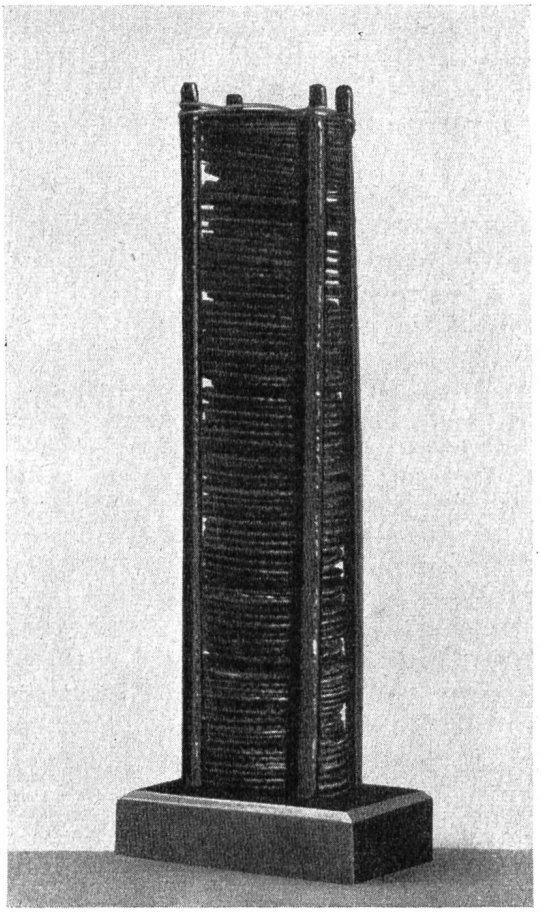


Ausschnitt aus dem Briefe an Sir Joseph Banks.

das er sich die letzten drei Jahre gehüllt hatte. Am 20. März 1800 schrieb Volta an den Präsidenten der Royal Society, Sir Joseph Banks, und teilte ihm die Entdeckung mit, die unstreitig seiner ganzen wissenschaftlichen Arbeit die Krone aufsetzte.

Die Briefe an Sir Joseph Banks waren in französischer Sprache abgefasst und erschienen in den Philosophical Transactions of the Royal Society (Vol. 90, 1800, S. 403—431). In der Geschichte der Royal Society wird berichtet, dass infolge der damals zwischen England und Frankreich herrschenden Feindseligkeiten ein Teil der Schrift bereits mehrere Monate in London war, bevor sich Gelegenheit zur Uebersendung des restlichen Teiles bot. Dadurch wurde die Veröffentlichung der Erfindung verzögert und als Folge davon wurden von verschiedenen Personen in London Apparate konstruiert und zahlreiche Experimente gemacht, noch ehe die Originalschrift an die Oeffentlichkeit gelangte. Die Vorlesung in der Royal Society erfolgte am 26. Juni 1800. Volta schrieb: „Die Säule ist eine Zusammenstellung von guten Leitern verschiedener Art. 20, 40, 60 oder mehr Kupfer- oder Silberscheiben, von denen jede auf eine Zinn- oder besser Zinkscheibe gelegt wird, und eine gleiche Anzahl von Pappscheiben, die mit Wasser, Salzwasser oder Lauge getränkt sind und die zwischen je zwei Metallscheiben geschaltet werden, bilden mein neues Instrument.“ Die Grundzüge seiner Lehre lassen sich wie folgt zusammenfassen: Bei Berührung zweier leitender Körper wird

der eine positiv, der andere negativ elektrisch. Die Ursache der Verteilung der Elektrizität ist die elektromotorische Kraft, die vom negativen auf den positiven Körper ausgeübt wird. Die elektromotorische Kraft verhindert die Ausgleichung der verschiedenen Elektrizitäten, die von den Berührungsflächen weggetrieben werden und eine elektrische Spannung in den Körpern erzeugen. Zwischen zwei Metallen besteht stets derselbe Spannungsunterschied. Die Grösse der Spannung zweier Metalle wird durch die Spannungsreihe festgestellt. Die Summe aller Elektrizi-



Voltas erste Säule. Im Museum in Como.

täten ist Null, und der elektrische Zustand einer beliebigen Kette von Metallen ist derselbe, als wenn sich die Endstücke unmittelbar berühren.

Die Wirkungen dieses einfachen Instrumentes waren verblüffend. Wenn man die beiden Enden (Pole) der Säule, oder des sog. Becherapparates, berührte, so erhielt man einen heftigen Schlag, wie bei der Leydenerflasche. Während aber die Flasche nach jedem Gebrauch mit Hilfe der Elektrisiermaschine frisch geladen werden musste, blieb die Voltasche Säule stets gebrauchsbereit. Berührten sich die an den beiden Polen befestigten Drähte, so stieg ihre Temperatur, sie wurden warm oder gar glühend, wenn sie dünn genug waren und schmolzen gar zusammen. Welchen Eindruck diese Tatsachen auf die Zeitgenossen Voltas machte, lässt sich heute gar nicht mehr nachfühlen. Dieses einfache Instrument war der Ausgangspunkt für alle grossen Errungenschaften, welche der Elektrizität in ihrem Siegeslauf beschieden waren.

Als Alessandro Volta seine Säule auf Einladung des I. Konsuls Bonaparte am 7. November 1801 im Institut in Paris demonstrierte, war der Erfolg ungeheuer. Es wurde ihm auf Antrag Bonapartes eine eigens geprägte goldene Medaille verliehen und 2000 Franken an die Reisekosten vergütet. Bonaparte war dermassen entzückt über Volta und seine Erfindung, dass er ihn als den „Typus des Genies" bezeichnete. Trotz der Triumphe blieb Volta bescheiden. An demselben Tage schrieb er in einem Briefe an seine Frau u. a. „ich bilde mir nicht ein, mehr zu sein als ich bin". Eine kleine Anekdote gibt ausserdem Zeugnis von der Verehrung, die Napoleon für Volta hatte. Eines Tages sah Napoleon in der Bibliothek des Institut National einen Lorbeerkranz mit der Aufschrift „Au grand Voltaire". Er entfernte mit seinen Fingernägeln die drei letzten Buchstaben, so dass „Au grand Volta" stehenblieb und ging weiter. Dies soll im Jahre 1803 geschehen sein.

Im Jahre 1804 wollte Volta seine Professur aufgeben, um sich nach seinem geliebten Como zurückzuziehen, hatte er doch seine Lehrtätigkeit während dreissig Jahren ausgeübt. Napoleon antwortete auf das Entlassungsgesuch, das ihm unterbreitet wurde, wie folgt: „Ich kann die Verabschiedung Voltas nicht bewilligen. Sind seine Tätigkeiten als Professor zu ermüdend, so mögen sie eingeschränkt werden. Er mag wenn auch nur eine Vorlesung jährlich halten, aber die Universität Pavia wäre in ihrem Herzen getroffen, wenn sie es gestattete, dass ein so berühmter Name aus der Liste ihrer Mitglieder gestrichen würde; übrigens muss ein guter General auf dem Felde der Ehre sterben."

Im Jahre 1808 wurde Volta von den Vertretern einer russischen Universität eingeladen, einen Ruf anzunehmen und seinen Wohnsitz von Italien nach Russland zu verlegen. Aus der Antwort Voltas ist ersichtlich, was ihm Heimat und Familie bedeuteten und welche Lebensauffassung er hatte. Volta schrieb: „Andere Interessen, die meinem Herzen teuer sind, sowie andere Umstände zwingen mich zur Absage. Im Alter von beinahe 60 Jahren (Volta war in diesem Zeitpunkte 63 Jahre alt, d. Verf.), mit zwei bei mir lebenden älteren, geistlichen Brüdern, einem Weibe und drei Kindern, hänge ich zu sehr an dieser Familie, die mich liebt, und an einem Land, das nicht undankbar gegen mich gewesen ist. Im Besitze eines angemessenen Vermögens und einer jährlichen Pension von 5000 Francs, die mir die Regierung als emeritierten Professor der Universität zu Pavia gewährt, und Mitglied des „Istituto nazionale", was kann ich für die restlichen Jahre meines Lebens noch wünschen? In Frieden und Ruhe in meinem Lande und im Kreise meiner Familie zu leben, mich mit der Erziehung meiner Kinder zu beschäftigen, ohne meine eigenen liebgewonnenen Studien und experimentellen Forschungen aufzugeben, ist gegenwärtig meine ganze Freude, und aus diesem Grunde habe ich um meinen Rücktritt von der Lehrkanzel zu Pavia, die ich während 30 Jahren innehatte, angesucht und ihn bewilligt erhalten. — Dies, mein ehrenwerter Herr Professor, muss ich Ihnen und Ihrem Freunde erwidern."

Am 19. Februar 1809 wurde Volta durch Dekret von Napoleon zum Senator des Königreiches Italien und ein Jahr später, am 11. Oktober 1810, wurde er in den Grafenstand erhoben. Seinem Freunde Mario Pieri schrieb Volta, dass ihm diese Ehrung „unerwartet und fast gegen meinen Willen gekommen ist, da ich nie nach glanzvollen Posten gestrebt habe, fern immer von den grossen Betrieben und den grossen politischen und wirtschaftlichen Dingen und Machenschaften, für die ich niemals weder Neigung noch Geschmack gezeigt habe."

In den politischen Tumulten, die den Sturz der Franzosenherrschaft im Jahre 1814 und den Einzug der Oesterreicher in Mailand begleiteten, konnte Volta nur mit Mühe den Saal der Senatoren verlassen. Als er einen Wagen bestieg, wurde er vom rasenden Volke als französischer Partisane geschmäht und beschimpft und mit Regenschirmen bedrängt und gestossen. Nur mit Mühe konnte er sich auf dem Gefährt nach Mosino bei Como retten, wo er in der Villa der Grafen Mugiasca eine Zuflucht fand und sich für einige Zeit verborgen hielt. Nachdem sich die Volkswut gelegt hatte, konnte er sein Versteck wieder verlassen. Von der österreichischen Regierung wurde Volta trotz den gegen ihn erhobenen Anschuldigungen nicht verfolgt. Vielmehr wurde er von Kaiser Franz zum Direktor der physikalisch-mathematischen Fakultät der Universität Pavia ernannt. Volta bekleidete dieses Amt bis zum Jahre 1819. Dann zog er sich endgültig ins Privatleben zurück. Im Jahre 1816 erschienen Voltas gesammelte Werke in einer fünfbändigen Ausgabe unter dem Titel „Collezioni dell'opere del Cav. Conte Alessandro Volta" bei V. Antinori in Florenz.

Mit der Veröffentlichung seiner „Spannungsreihe" im Jahre 1801 schloss die schöpferische Tätigkeit Voltas. An der weitern Entwicklung seiner Lehren und Apparaturen nahm er nur geringen Anteil, glaubte er doch die Angelegenheiten auf eine Bahn geraten, die er nicht billigen konnte. Er war der Ansicht, dass sich die verirrte Forschung wieder auf die richtige Bahn zurückfinden werde, man müsse ihr nur die nötige Zeit lassen. Er verbrachte seine Tage in würdevoller Ruhe in seinem Landhause zwischen Como und Camnago.

Ueber die weitere Entwicklung der Elektrizität können wir uns in diesem Zusammenhange nicht auslassen. Stürmisch bemächtigte sich die Wissenschaft der durch Volta entdeckten Gesetze und erfundenen Apparaturen. Ohne undankbar zu sein, liess die Wissenschaft den greisen Forscher zurück und ging den ungeahnten Weg, den Volta gezeigt hatte, weiter. Das Zeitalter der Elektrizität war angebrochen!

Dieser biographische Abriss wäre unvollständig, wenn abschliessend nicht noch einige Worte über den Menschen Alessandro Volta beigefügt würden. Wenn aus dem bereits Gesagten auch eindeutig hervorgeht, welcher Geistesart Volta war, so sind die Urteile seiner Zeitgenossen angetan, das gewonnene Bild noch besser zu beleuchten. Humphrey Davy, der englische Forscher, der Volta im Jahre 1814 besuchte, sagte von ihm: „Volta war ein alter Mann von schwächlicher Gesundheit. Seine Unterhaltung war nicht glänzend, seine Gedanken gut, aber nicht originell. Er hatte ein schlichtes Auftreten. Er war kein Lebe- und Weltmann. Ueberhaupt sind die italienischen Gelehrten einfach in ihrem Benehmen, lassen es aber an Würde und Anmut fehlen." Anders urteilte der französische Physiker Arago: „Volta war schlank, seine Züge waren edel und regelmässig, wie bei einer antiken Statue, die Stirne breit, tief vom Denken durchfurcht, er hatte einen Blick, der Seelenruhe und Geistestiefe verband. Sein Benehmen verriet Spuren seiner ländlichen Jugendgewohnheiten. Viele sahen ihn in Paris täglich zum Bäcker gehen, worauf er auf der Strasse die grossen Brotstücke verzehrte. Er war schnell im Denken, seine Ideen waren gross, richtig, sein Charakter aufrichtig und freundlich. Ehrgeiz, Geldgier, Rivalität kennzeichnen niemals seine Handlungen, seine Liebe zur Arbeit wurde durch keine weltliche Beimengung getrübt."

Senator Graf Alessandro Volta.

Am 28. Juli 1823 wurde Volta von einem Schlaganfalle getroffen. Ein rasch vorgenommener Aderlass rettete dem Forscher noch für einige Jahre das Leben. Am 5. März 1827 starb Volta an einem katarrhalen Fieber im hohen Alter von 82 Jahren. Das Leichenbegängnis gestaltete sich zu einer grossen, erhebenden Feier, an der sich die ganze Einwohnerschaft von Como beteiligte. Mit Italien nahm die ganze gebildete Welt an diesem Ereignis Anteil. Das reiche Leben Voltas erlosch, aber sein Werk hat ihn unter die Unsterblichen versetzt.

Heute, bei Anlass der 200. Wiederkehr von Voltas Geburtstag, wird die Welt keine Zeit finden, sich dieses grossen Mannes zu erinnern. Krieg durchzieht Europa und die übrigen Kontinente. Statt des friedlichen Aufbaues wütet die blinde Vernichtung. Auch damals, als Alessandro Volta lebte, litten die Völker Europas unter den Schrecken des Krieges. Was er, abseits vom blutigen Kriegshandwerk, schuf, ist geblieben, während aller Glanz und alles Heldentum der damaligen Zeit längst zunichtegegangen sind.

Die Ergebnisse seines friedlichen Schaffens und die auf sie begründeten neuen Erfindungen wurden in der Folge leider dazu verwendet, die Vernichtungsmöglichkeiten ins Ungeheure zu steigern. Soll diese Feststellung ein Vorwurf gegenüber Volta sein? Ist es eine Anklage gegenüber der Wissenschaft, wie man ihr heute oft begegnet? Nein! Im Gegenteil, es ist eine Ermahnung und ein Weckruf für die Erziehung eines neuen Menschen, für die Schaffung einer neuen Gesellschaft, deren Weisheit letzter Schluss nicht mehr der Krieg sein wird. *Nicht Feldherren zimmern unser Glück, sondern Bauherren, die gleich einem Alessandro Volta zum Wohle der Menschen arbeiten.* Diesem Gedanken zu dienen und ihn zu verbreiten, das ist die Aufgabe derer, die vom Kriege verschont blieben und sich in friedlicher Arbeit jener wunderbaren Kraft bedienen, die Alessandro Volta in genialer Weise als erster den Metallen entlockte.

W. Schiess.

Benützte Literatur.

Allocuzioni pronunciate nella solenne commemorazione di Alessandro Volta. Estratti del Congresso dei Fisici a Como. Bologna 1927.

Appleyard, Rollo. Bahnbrecher der elektrischen Nachrichtentechnik. Alessandro Volta. In: Electrical Communication, 5 (1926/27). S. 259—273.

Berini, C. Alessandro Volta. In: Technische Mitteilungen 1927, S. 116—118.

Bianchi, T. Vita di Alessandro Volta. Como 1829.

Centenario. Nel C' della morte di Alessandro Volta. Discorsi e note. Pubblicato dal Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere. Milano 1927.

Collezioni dell'opere del Cav. Conte Alessandro Volta. Vol. I—V. Firenze 1816.

Darmstädter, Ludwig. Naturforscher und Erfinder. Biographische Miniaturen. Bielefeld-Leipzig 1926.

Enciclopedia Italiana. Vol. XXXV. P. 572 ff.

Ettinghausen, A. Zum Gedächtnis an Alexander Volta. In: Elektrotechnik und Maschinenbau 45 (1927), S. 724 ff.

Feldhaus, Franz Maria. Ruhmesblätter der Technik. Bd. 1, S. 150, Leipzig 1924.

Fossati, Francesco. Effemeridi Voltiane. In: Raccolta storica di Como, Vol. IV. Como 1899.

Gemelli, Giovanni. Genealogia ed arma gentilizia della famiglia Volta. In: Raccolta storica di Como, Vol. IV. Como 1899.

Hennig, Richard. Die älteste Entwicklung der Telegraphie und Telephonie. = Sammlung Wissen und Können, Bd. 2. Leipzig 1908.

Mocchetti, Francesco. Elogio del Conte Alessandro Volta. Como 1833.

Opere. Le O' di Alessandro Volta. Edizione nazionale. Vol. I—VII. Milano 1918—1927.

Ostwald, Wilhelm. Elektrochemie. Ihre Geschichte und Lehre. Leipzig 1896.

Ostwald, Wilhelm. Die Entwicklung der Elektrochemie in gemeinverständlicher Darstellung. Leipzig 1910.

Raccolta Voltiana. Edita per cura della società storica comense e del comitato esecutivo per le onoranze A. Volta. Como 1899.

Rivista delle comunicazioni 1927. Parte non ufficiale. Fasc. 7 e 8. Roma 1927.

Seebeck, August. Gedächtnisrede auf Alessandro Volta. Dresden 1846.

Volta, Alessandro. Briefe über thierische Elektricität (1792). Hrsg. von A. J. von Oettingen. = Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften Nr. 114. Leipzig 1900.

Volta, Alessandro. Galvanismus und Entdeckung des Säulenapparates 1796 bis 1800. Hrsg. von A. J. von Oettingen. = Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften Nr. 118. Leipzig 1900.

Ueber die vegetabile Absorption der Bodenwelle.

Von *W. Gerber* und *A. Werthmüller*, Bern. 621.396.11

Von der vegetabilen Leitfähigkeit ausgehend, werden zunächst die Verluste pro Einheit der Erdoberfläche ermittelt; dann wird die Dämpfung der Bodenwelle behandelt und dabei Temperatur und Jahreszeit berücksichtigt.

Die Frage nach der Bedeutung, welche der Pflanzendecke unserer Erdoberfläche in der drahtlosen Uebertragung zukommt, ist schon ziemlich alt. Merkwürdigerweise findet sich aber in der klassischen Literatur eigentlich nur eine einzige Arbeit, die sich mit dem Problem einigermassen auseinandersetzt. Sie stammt von *Barfield*[1]), der gegen Ende der zwanziger Jahre eine erhebliche Dämpfung im Bereich der Hektometerwellen postulierte. Seiner Auffassung wurde zunächst auch allgemein und vorbehaltlos zugestimmt, dann aber kam es nach einiger Zeit zu einer Kontroverse[2]): Barfields Standpunkt wurde wieder in Frage gestellt und als einseitig und übertrieben kritisiert. So erklärt sich denn die Tatsache, dass man in den folgenden dreissiger Jahren die Vegetation, selbst in unseren Gegenden, mehr oder weniger unbeachtet liess. Erst die neueren Untersuchungen über die Streustrahlung der Erdoberfläche[3]) haben uns ihre Anwesenheit wieder so richtig ins Bewusstsein zurückgeführt und damit auch unsere Forschungsabteilung zu weiteren Untersuchungen veranlasst, mit dem Ziel, die für die vegetabile Absorption der Bodenwelle im Rundspruchfrequenzbereich 150...1500 kHz massgebenden physikalischen Gegebenheiten auf experimenteller Grundlage weiter abzuklären. Ueber deren Ergebnisse soll nunmehr im folgenden zusammenfassend berichtet werden.

Wenn man die vegetabile Absorption der Bodenwelle quantitativ beurteilen will, gebührt zunächst der

vegetabilen Leitfähigkeit

der grossen holzbildenden Pflanzen ein gewisses primäres Interesse. Diese Leitfähigkeit ist vorwiegend elektrolytischer Natur. Sie ist somit auch temperaturabhängig, und zwar so stark, dass daneben sogar die jahreszeitliche Komponente der Lebensphase etwas zurücktritt. Fig. 1 zeigt den niederfrequenten Mittelwert der meistvertretenen Arten in Funktion der Temperatur — die grösste überhaupt beobachtete Leitfähigkeit hatte die sog. Schwarzpappel mit 0,1 $\Omega^{-1}m^{-1}$ bei $+20^{\circ}$ C — wobei bei tiefen Temperaturen zwischen Laubhölzern (L) und Nadelhölzern (N) unterschieden wird. Mit zunehmender Frequenz ändern dann allerdings die Verhältnisse insofern, als die dielektrische Verschiebungsstromkomponente immer mehr Bedeutung erlangt — es sei hier an die bekannten Verhältnisse

[1]) *R. H. Barfield.* The attenuation of wireless waves over land. Journ. I.E.E. 1928, p. 204.

[2]) *P. P. Eckersley.* The calculation of the service area of broadcast stations. Proc. I.R.E. 1930, p. 1160.

[3]) *W. Gerber u. A. Werthmüller.* Ueber die Streustrahlung der Erdoberfläche im Bereich der Rundspruchsender. Techn. Mitt. 1940, S. 1.