



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

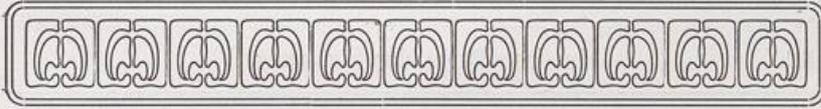
Glückliche Stunden

Slaby, Adolf

Berlin, 1908

2. In den Fluten der Strömung

[urn:nbn:de:hbz:466:1-73872](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-73872)



2.

In den Fluten der Strömung.

Das 18. Jahrhundert kannte von den Äußerungen der Elektrizität nur ihre Spannkraft, die man durch Reibung verschiedener Stoffe hervorrief. Am Anfang des Jahres 1800 lief bei dem Präsidenten der Royal Society, der englischen Akademie der Wissenschaften, das Schreiben eines Italieners namens Volta ein, das der Welt Kunde gab von der Entdeckung einer neuen bis dahin völlig unbekannt elektrischen Erscheinung. Es enthielt die Beschreibung der ersten elektrischen Batterie, aus welcher die elektrischen Kräfte wie aus einem sprudelnden Born in fast unerschöpflicher Fülle hervorquellen. Einem ruhigen Strome vergleichbar ergießen sie sich in das Rinnsal einer metallischen Leitung.

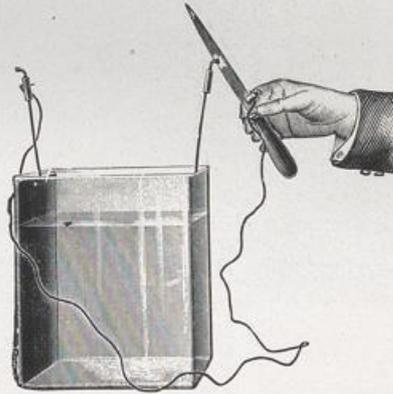


Fig. 11.

Mit wenigen Worten ist die große Entdeckung zu beschreiben. Stellt man in ein Gefäß, mit verdünnter Schwefelsäure gefüllt, zwei Platten aus verschiedenen Metallen, etwa Kupfer und Zink, gegenüber, so nehmen die Platten elektrische Spannung an mit einem Überdruck am Kupfer und einem Unterdruck am Zink.

Verbinde ich mit den beiden Polen dünne Drähte, schlinge den einen um eine Feile und fahre mit dem andern darüber hin, so zeigt uns ein lebhaftes Funkensprühen das Vorhandensein dieser Spannung. (Fig. 11.) Dabei verspürt meine Hand eine Erwärmung des Drahtes. Vereinige ich beide zu dauernder

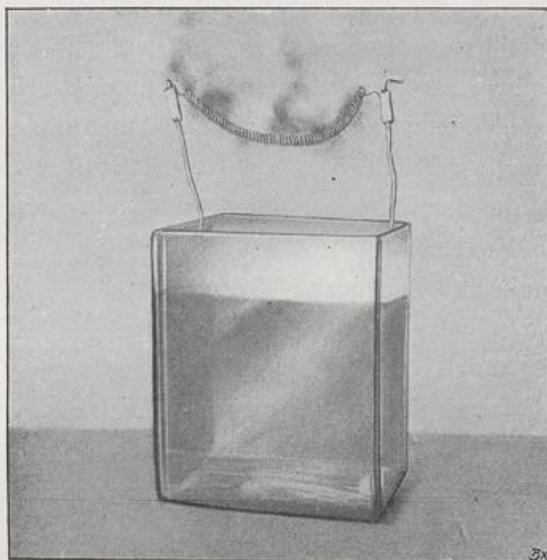


Fig. 12.

der metallischer Berührung, so erkennen wir bald eine gesteigerte Wärmewirkung an dem Rauchen der verkohlenden Umspinnung.

(Fig. 12.) Es ist ein Ausgleich der elektrischen Spannungen, der sich dabei vollzieht und Wärme produziert auf Kosten eines chemischen

Prozesses, denn

wir nehmen wahr, daß das Zink sich auflöst, sich dabei mit Sauerstoff verbindet, also verbrannt wird.

Was spielt sich dabei im Innern des Drahtes ab? Wir wissen es nicht. Die Natur des elektrischen Stromes, denn so nennen wir den Vorgang, führt den Forscher an die Grenzen der Erkenntnis. Aber wo das Wissen versagt, leitet uns wiederum dichterische Phantasie: Wir denken an ein wirkliches Strömen der elektrischen Eigenschaft, ähnlich wie das Strömen einer Flüssigkeit durch ein enges Rohr. Wollen wir

durch ein dünnes eisernes Rohr einen Wasserstrahl pressen, so brauchen wir dazu eine Druckdifferenz, an der Eintrittsstelle muß Überdruck, an der Austrittsstelle Unterdruck herrschen. Denken wir uns das Rohr nicht bloß von mini-

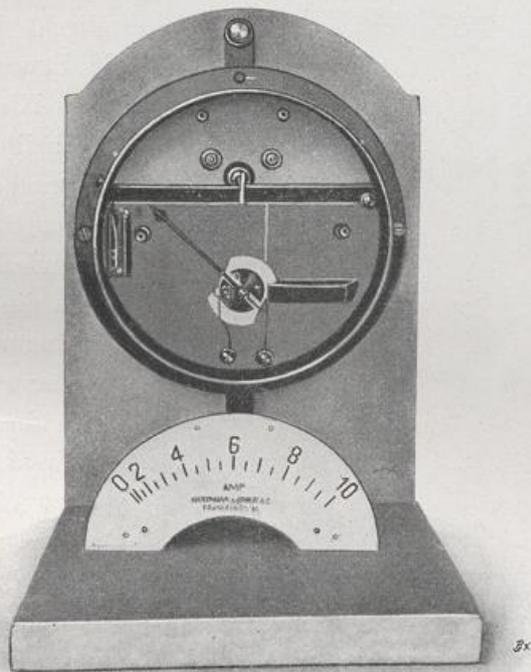


Fig. 13.

malem Querschnitt, sondern auch noch gefüllt mit zahllosen engmaschigen Sieben, so wird das eingepreßte Wasser sich durch gewaltige Reibung erwärmen. Keine Erklärung soll dies sein, sondern nur ein Mittel, unsere Unterhaltung zu erleichtern, denn der Verstand denkt gerne in Bildern.

Zur Messung der Stärke der Strömung ziehen wir wieder ihre wahrnehmbaren Wirkungen heran: Die Erwärmung des

Drahtes könnte dazu dienen. Tauchen wir den stromführenden Draht in Wasser, so gibt uns die Erwärmung desselben innerhalb einer bestimmten Zeit, gemessen am Thermometer,

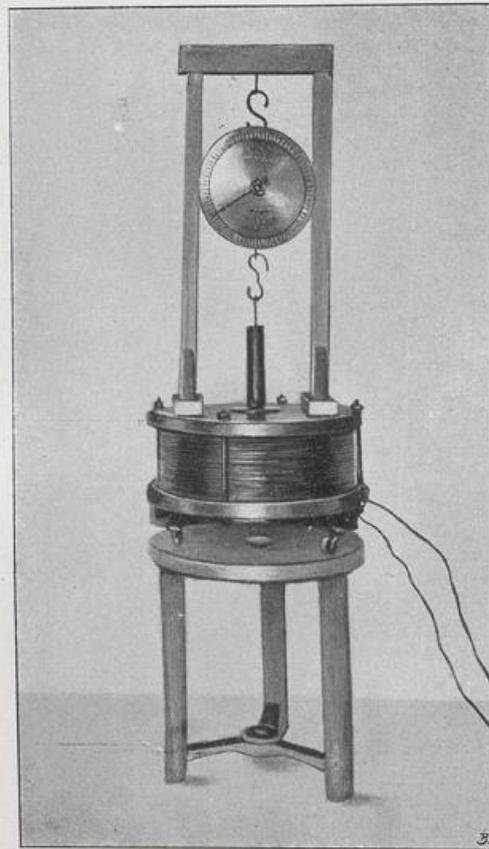


Fig. 14.

ein Maß für die Stärke der Strömung. Auch indirekt könnten wir die Erwärmung messen. Nicht nur der Quecksilberfaden des Thermometers, sondern auch der stromführende Draht erfährt durch die Wärme eine Verlängerung. Bei den sogenannten Hitzdrahtinstrumenten ist dies benutzt. Man spannt einen dünnen Draht von hoher Schmelztemperatur aus und führt den zu messenden Strom hindurch. (Fig. 13.) Die Durchbiegung infolge der Erwärmung mißt ein zweiter Draht, der in der Mitte des ersten befestigt, sich über eine Rolle schlingt und durch eine Spiralfeder gespannt wird. Der Zeiger der Rolle spielt über einer Skala, welche in der Abbildung herausgenommen und nach unten verlegt ist.

Zwanzig Jahre nach Volta entdeckte der Däne Oersted

eine neue Äußerung des Stromes — die Ablenkung der Magnetnadel; bald darauf Arago die Kraftwirkung auf Eisen. In Fig. 14 ist ein Draht in vielen Windungen auf eine Rolle gewickelt, ähnlich einer Garnspule. Führen wir Strom durch den Draht, so übt die Spule eine kräftige Wirkung auf einen darüberhängenden Eisenstab aus. Er hängt an einer Federwage. Bei Stromschluß schnellt der Zeiger auf 34,5 kg. Die Fig. 15 zeigt die Einrichtung eines darauf gegründeten Meßapparates unter Verwendung des Prinzips der Neigungswage.

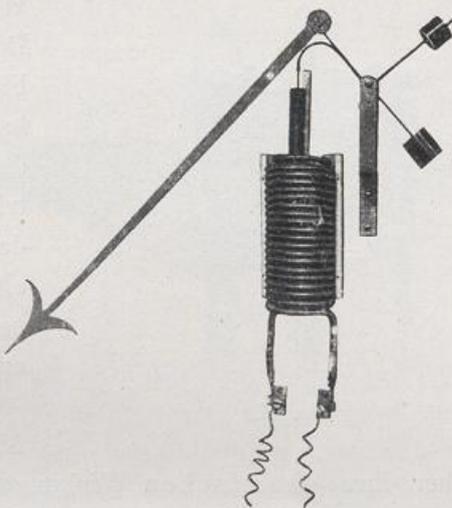


Fig. 15.

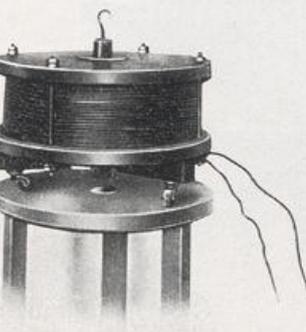


Fig. 16.

Ich befreie den Eisenstab jetzt von der Feder und stelle ihn unter die Spule auf den Tisch. Der schwere Barren wird wie von unsichtbaren Händen in die Höhe gezogen und schwebt, gleichsam von der Schwerkraft befreit, frei in der Luft. (Fig. 16.) Versetze ich ihm einen Stoß, so tanzt er auf und nieder und kommt erst nach mehrfachen Schwingungen zur Ruhe. Führe ich einen zweiten eisernen Barren von unten heran, so wird er meinen Händen entrissen und von dem oberen wie mit einer Klaue gehalten. (Fig. 17.) Starke Kräfte

gehen von dem Eisenstab aus, ein Bündel eiserner Drähte zeigt uns ihre Richtung. (Fig. 18.) Die Technik hat sich diese

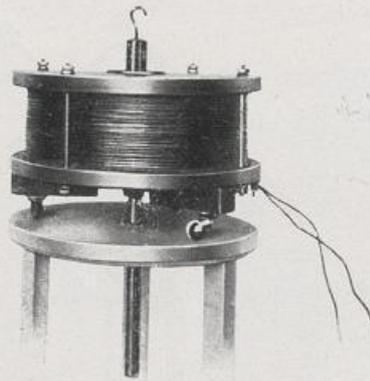


Fig. 17.

Wirkungen zunutze gemacht. Das Bild auf der weißen Fläche zeigt uns den Fanghaken eines modernen Krans, der nicht nur elektrisch betrieben wird, sondern auch das Transportstück selbst, eine eiserne Platte, mit magnetischer Klaue vampyrartig erfaßt. (Fig. 19.)

Die sichersten Mittel zur Messung der Ströme bieten aber ihre chemischen Wirkungen; hier stellt sich uns ein außerordentlich feines Forschungsmittel zur Verfügung: Die chemische Wage.

Die scheidende Wirkung des elektrischen Stromes auf zusammengesetzte chemische Verbindungen wurde bald nach Volta bekannt. Schon Alexander von Humboldt studierte die Wasserzersetzung. Wenn wir eine Volta-Batterie als Stromquelle wählen und wie es üblich ist, den Kupferpol mit Überspannung durch einen längeren Strich, den Zinkpol mit Unterspannung durch einen kürzeren Strich bezeichnen, so zeigt die Fig. 20, wie wir den Strom durch eine chemisch zusammengesetzte

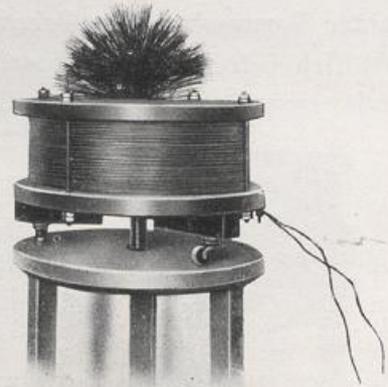


Fig. 18.

Flüssigkeit leiten können. In das Glasgefäß, das sie enthält, sind zwei Platten gestellt, welche die chemische Flüssigkeit nicht angreift. Diese werden in die Leitung und damit eine flüssige Schicht in den Stromkreis geschaltet. Wählen wir zunächst Wasser, das durch einen Tropfen Säure leitend gemacht ist — reines Wasser dürfen wir nicht

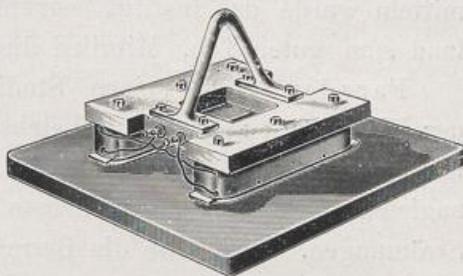


Fig. 19.

nehmen, da es dem Durchgang des Stromes ein zu großes Hindernis bietet, — und schließen wir den Stromkreis durch Verbindung mit den Polen der Stromquelle, so sehen wir an den Platten des Zersetzungsgefäßes Gasblasen aufsteigen. Es sind, wie die chemische Untersuchung ergibt, die Bestandteile des Wassers: Sauerstoff und Wasserstoff. Fängt man die Gase in einem gemeinschaftlichen Gefäße auf, so vereinigen sie sich wieder zu Wasser, sobald man einen elektrischen Funken hindurchschlagen läßt.

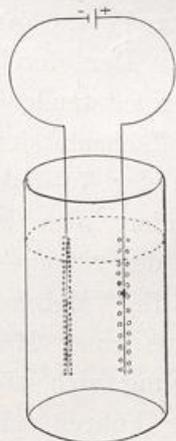


Fig. 20.

Völlig geklärt wurde die chemische Zersetzung erst, als Faraday das Studium derselben begann. Dies geschah im Jahre 1830 und da ab datiert eine erstaunliche Fülle der interessantesten Forschungsergebnisse,

die wir fast ohne Ausnahme Faraday verdanken und die den Grund legten zu der heutigen Blüte der elektrochemischen Industrie. Faraday war Lehrer an einem öffentlichen Institut Londons: der Royal Institution, etwa

vergleichbar unserm Gewerbe-Museum, nur mit ausgesprochen technisch-wissenschaftlicher Richtung. Mit reichen Privatmitteln wurde das Institut begründet und es gehört in England zum guten Ton, Mitglied dieser Gesellschaft zu sein.

Faraday legte seinen Studien das Strömungsprinzip der Elektrizität zugrunde. Welches war aber die Richtung der Strömung? Offenbar geht die Wirkung von beiden Polen zugleich aus und das Natürlichste wäre die Annahme zweier Strömungen. Das hätte die Betrachtung außerordentlich erschwert. Faraday führte deshalb nur eine Stromrichtung ein und zwar einer naheliegenden Vorstellung entsprechend, von dem Pole des Überdrucks zum Unterdruck der elektrischen Quelle. Die Eintrittsstelle in die Zersetzungszelle nannte er Anode, die Austrittsstelle Kathode, beide zu-

gleich die Elektroden des elektrolytischen Prozesses. Der durch Zersetzung entstandene Wasserstoff scheidet sich immer an der Kathode aus, wandert also in Richtung des Stromes. Ebenso die Metalle, welche aus einer Metallsalzlösung sich abscheiden. Führen wir uns den Prozeß an einigen Bildern vor Augen, belauschen wir

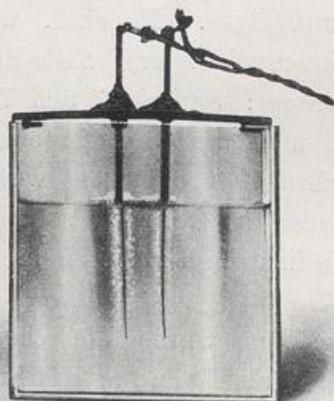


Fig 21.

gleichsam den interessanten Naturvorgang.

Zunächst die Wasserzersetzung. Vor der elektrischen Lampe steht ein Glasgefäß mit planparallelen Wänden.

Auf dem weißen Projektionsschirm sehen wir die beiden Elektroden, die in der Form von Platindrähten in das Wasser tauchen. (Fig. 21.) Lassen wir Strom eintreten, so bedecken sich beide mit Gasblasen, die sich ablösen und wie Perlen nach oben wirbeln — der Wasserstoff links, der Sauerstoff rechts. Der erste hat das doppelte Volumen des letzteren, ist an der Größe und Zahl der Perlen deshalb sofort zu erkennen.

Ein zweites Bild zeigt uns die Zersetzung einer Bleisalzlösung, des Bleizuckers. (Fig. 22.) Die Anode ist doppelt ausgebildet in Form von zwei Vertikalstreifen aus Blei, sodaß der Strom von zwei Seiten auf die in der Mitte befindliche Kathode übertritt, gleichfalls aus Blei und in Form eines verästelten umgekehrten Baumes. Ein reizvolles Schauspiel entwickelt sich vor

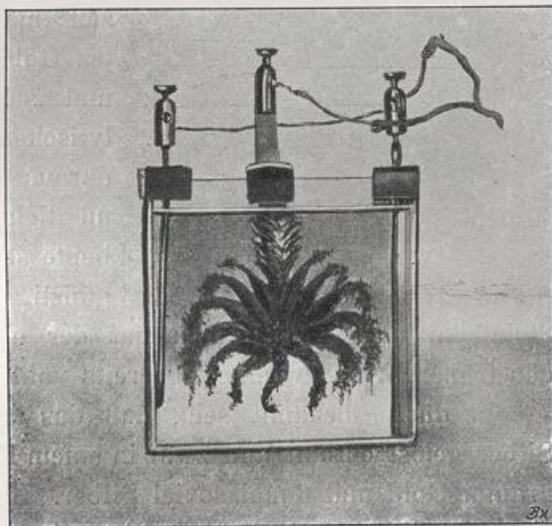


Fig. 22.

unseren Augen. In überaus zarten federartig gegliederten Teilchen schießt das ausgeschiedene Blei gleichsam aus den Ästen des Baumes hervor und belaubt ihn — wir schauen in das Geheimnis des Werdens. Schade, daß Sie an diesem Bilde — da es ein Schattenbild ist — den wundervollen Glanz der glitzernden Bleikristalle nicht wahrnehmen können.

Der nächste Prozeß zeigt die Abscheidung des Silbers, eine elektrolytische Scheideanstalt. Die Flüssigkeit ist eine Höllensteinlösung, die Kathode ein Silberstift. Aus ihm quillt das Silber gleichsam hervor und überschüttet den Boden mit einem Silberregen — ein verlockender Anblick. (Fig. 23.)

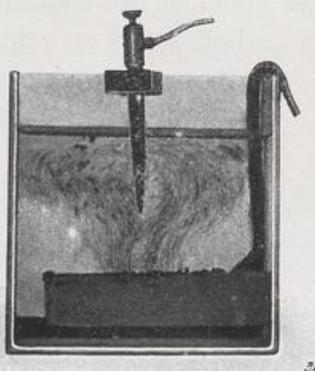


Fig. 23.

Gold kann man in gleicher Weise abscheiden, man hat nur ein Goldsalz in Lösung zu bringen. Darauf beruht die Goldgewinnung der Neuzeit: man löst die zerkleinerten Golderze in Cyankalium und scheidet auf elektrolytischem Wege das Gold daraus ab. Es ist dadurch möglich geworden, die Ausbeute selbst geringerer Erze günstig zu gestalten. In

Südafrika und in Australien hat der elektrolytische Prozeß das frühere Waschverfahren bereits vollkommen verdrängt.

Es dürfte bekannt sein, daß das Meerwasser Gold und Silber gelöst enthält und zwar in einem Kubikmeter 0,6 Milligramm Gold und 6 mal soviel Silber. Ein spekulativer Kopf, ein ehemaliger Methodistenprediger, hatte vor einigen Jahren eine Aktiengesellschaft auf die Gewinnung des Goldes aus dem Meerwasser gegründet. In seinem glänzenden New-Yorker Bureau zeigte er den Interessenten Goldbarren, die er aus dem Wasser des atlantischen Ozeans durch Elektrolyse gewonnen haben wollte. Als etliche Millionen eingezahlt waren, verschwand er mitsamt seinen Goldbarren.

Ein Spaßvogel hat bei dieser Gelegenheit ausgerechnet, um welche Mengen es sich wohl handeln dürfte. Wenn in

einem Kubikmeter Seewasser 0,6 Milligramm Gold sind, so enthalten sämtliche Meere über 5000 Billionen Mark, und wenn man diese an die Einwohner der Erde verteilen würde, käme auf jeden die stattliche Summe von $3\frac{1}{2}$ Millionen. Wollte man auch das Silber verteilen, von dem sechsmal soviel im Meerwasser vorhanden, so würde sich der Reichtum des Einzelnen nur um 300 000 Mk. vermehren. Es ist vielleicht gut, daß dies Projekt aussichtslos ist, denn die dafür aufzuwendende elektrische Kraft repräsentiert sicherlich mehr noch als diesen Wert.

Faraday hat sich nun nicht bloß darauf beschränkt, eine Terminologie zu geben, er hat auch ein wichtiges Naturgesetz gefunden. Er führte den gleichen Strom durch eine Reihe von elektrolytischen Zellen, mit Lösungen verschiedener Metallsalze gefüllt. Wurde in der ersten Kupfer abgeschieden, und in der zweiten Zelle Silber, dessen chemisches Äquivalentgewicht etwa dreimal größer ist, so fand sich nach einiger Zeit, daß auch dreimal soviel Silber als Kupfer entstanden war. Die in gleicher Zeit durch denselben elektrischen Strom niedergeschlagenen Metallgewichte verhalten sich immer wie ihre chemischen Äquivalentgewichte. Diese sind aber mit Hilfe der chemischen Wage auf das genaueste bestimmbar. Sucht man nun nach einem Einheitsmaß für den Strom, so wird man zweckmäßig ein Metall wählen, bei welchem die Messung möglichst genau geschehen kann. Das wäre ein Stoff mit hohem Äquivalentgewicht. Ein solcher ist das Silber. Man hat deshalb als Einheit festgesetzt diejenige Strömung, welche in 1 Sekunde rund 1 Milligramm Silber auf der Kathode niederschlägt und benannte sie nach dem großen französischen Forscher Ampère. Diese Einheit ist wie in andern Ländern auch in Deutschland durch Gesetz festgelegt. Es wurde vorbereitet von der physikalisch-tech-

nischen Reichsanstalt und die Einheit in übertriebener Verdeutschung ein Amper genannt. Die deutschen Elektrotechniker erhoben Widerspruch, da sie nicht einsahen, was das bayrische Fließchen gleichen Namens damit zu tun hätte. Schließlich hat man im Reichstag einen Kompromiß geschlossen, uns das *e* zurückgegeben und der Reichsanstalt zuliebe den Akzent geopfert. Die offizielle Schreibart ist jetzt also: Ampere. Möchten doch alle Differenzen im Reichstag so friedlich geschlichtet werden.

Ein elektrischer Strom entsteht erst dann, wenn wir die Pole einer Batterie durch eine metallische Leitung verbinden. Unabhängig davon besteht die Spannungsdifferenz an den Polen, dieselbe ist auch vorhanden, wenn wir die Leitung unterbrechen. Als Einheit der Spannung rechnen wir diejenige des Volta-Elementes und nennen sie ein Volt. Zwischen der Spannung und dem Strom besteht ein Zusammenhang, dessen Entdeckung ein Ruhmestitel der deutschen Forschung ist. Sie glückte dem Physiker Ohm, der in den dreißiger Jahren des 19. Jahrhunderts in Berlin als Lehrer an der Kriegsschule gewirkt hat. Den größten Teil seines Lebens hat er in Nürnberg und München verbracht, wo man ihm auch ein Denkmal errichtet hat. Unvergeßlich bleibt mir die Enthüllungsfeier, an der auch die elektrischen Kräfte der Natur mit einem starken Gewitter teilnahmen, so daß die Blitze minutenlang die Bildsäule des Forschers umzuckten.

Das nach ihm benannte Gesetz werden wir am schnellsten verstehen, wenn wir den Versuch zu Hilfe nehmen. Ich habe hier (Fig. 24) durch ein Voltaelement zwischen den Punkten *A* und *B* eine Spannungsdifferenz von 1 Volt erzeugt. Die Zuleitungsdrähte, welche besonders dick gewählt sind, können wir vernachlässigen und den Zickzackdraht *AB* als eigentliche Schließungsleitung betrachten. Das Amperemeter

zeigt einen Strom von 1 Ampere. Jetzt will ich die Spannung verdoppeln durch Einschaltung eines zweiten Elementes (Fig. 25), der Zeiger des Strommessers rückt auf 2 Ampere. 3 Volta-Elemente würden uns 3 Ampere liefern.

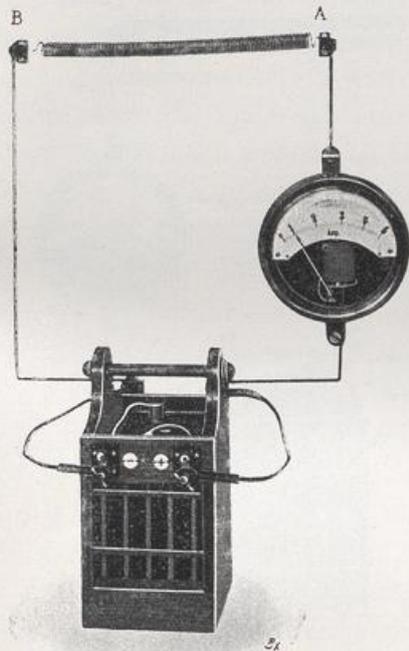


Fig. 24.

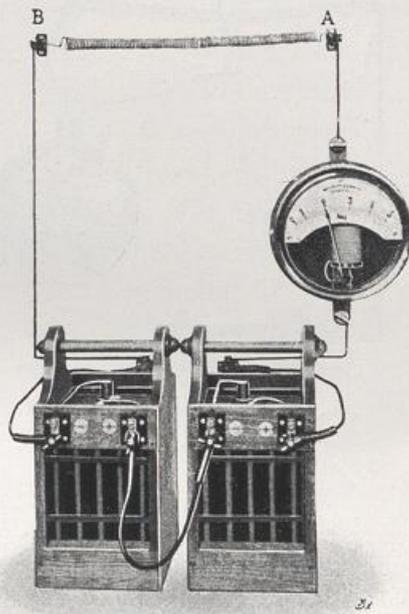


Fig. 25.

Wir erkennen das Naturgesetz, daß die Ströme proportional den angewandten Spannungen sind.

Nun will ich die Schließungsleitung verändern. Verkürze ich den Zickzackdraht auf die halbe Länge, so entsteht mit 1 Volt Spannung ein Strom von 2 Ampere, ein Drittel der Länge liefert 3 Ampere (Fig. 26). Wir schließen daraus,

daß bei gleicher Spannung die Ströme umgekehrt proportional der eingeschalteten Drahtlänge sind.

Endlich will ich den Querschnitt des Schließungsdrahtes verändern. Ich verdoppele den Querschnitt, indem ich *A* und

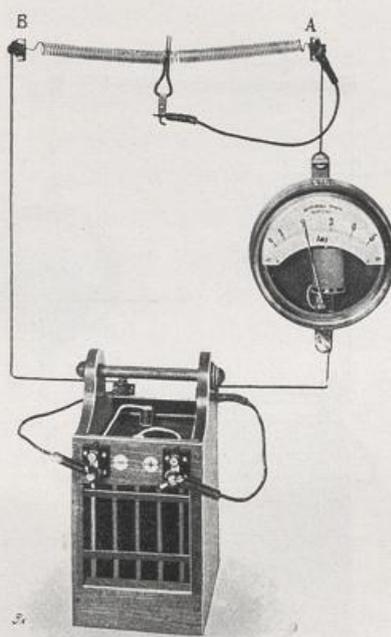


Fig. 26.

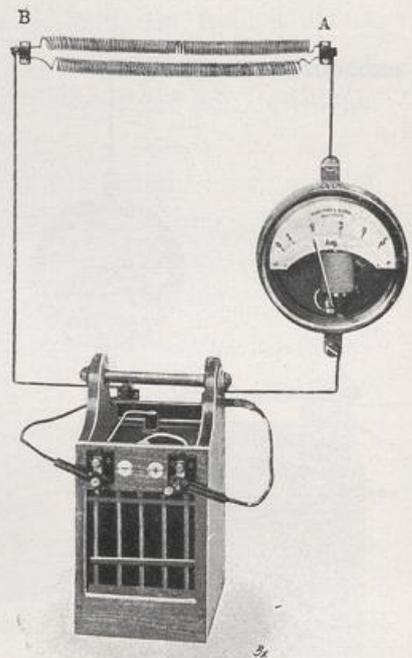


Fig. 27.

B noch durch einen zweiten Zickzackdraht von derselben Dicke verbinde (Fig. 27); das ist dasselbe, als ob ich einen Draht von doppeltem Querschnitt eingeschaltet hätte. Das Amperemeter zeigt jetzt auch die doppelte Stromstärke 2 Ampere; ein dreifacher Draht liefert 3 Ampere. Bei gleicher Spannung ist also die Stromstärke proportional dem Querschnitt der Leitung.

Diese drei Forschungsergebnisse bilden das Ohm'sche Gesetz, von dem ein Monteur seinen Kollegen gegenüber einst behauptete, es umfasse die ganze Wissenschaft der Elektrotechnik. Er hatte nicht so Unrecht, denn der wesentliche Inhalt des Gesetzes besagt, daß der durch eine elektrische Spannung hervorgerufene Strom abhängig ist von der Natur und Art der Leitung. Die Versuche haben uns den Einfluß von Länge und Querschnitt gezeigt, weitere Versuche würden ergeben, daß auch das Material des Drahtes eine Rolle spielt. Dies hat dazu geführt, jeder Leitung eine gewisse Eigenschaft zuzuschreiben, die man ihren elektrischen Widerstand nennt, und die sich beziffern läßt durch das Verhältnis von Spannung und Strom. Liefert eine Spannung von 1 Volt einen Strom von 1 Ampere wie in unserem ersten Versuch, so ist der Widerstand 1, und man nennt ihn dem Entdecker zu Ehren 1 Ohm. Es ist leicht, Drähte so zu bemessen, daß sie die Einheit oder das mehrfache derselben besitzen.

Nun ist es auch nicht mehr schwer, den Einfluß des Materials zu erkennen und zu berücksichtigen. So finden wir, daß ein Eisendraht von bestimmter Dicke, der den Widerstand 1 Ohm besitzt, nur ein Sechstel so lang ist wie ein gleich dicker Draht aus Kupfer. Der spezifische Widerstand des Eisens ist also sechsmal größer als der des Kupfers. Diese traurige Tatsache verteuert unsere Leitungen und liefert uns in die Hände des amerikanischen Kupferringes, weil unsere heimische Kupferproduktion nur gering ist. Ein Versuch wird dies bestätigen.

Ich habe hier eine Kette aufhängen lassen, welche aus einer Reihe von Gliedern zusammengesetzt ist, die alle aus Drahtstücken von gleicher Länge und gleichem Querschnitt bestehen (Fig. 28). Die Stücke sind aber abwechselnd aus Eisen und Kupfer hergestellt. Wenn wir nun durch die ge-

samte Kette einen Strom führen, so wird dieser in den Eisendrähten einen sechsmal größeren Widerstand finden. Je größer aber der Widerstand, desto größer ist auch die Erwärmung an dieser Stelle. Wir werden die Eisenglieder infolgedessen bereits erglühen sehen, während die Kupferglieder noch dunkel sind.

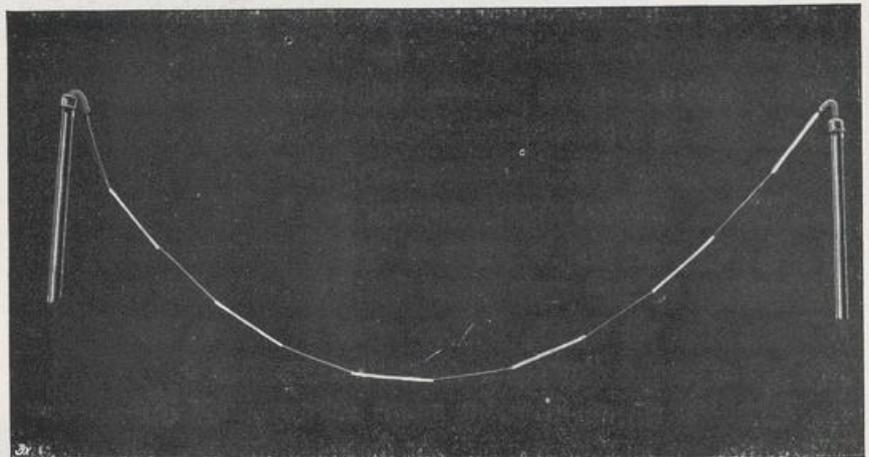


Fig. 28.

Wenn es sich darum handelt, das Ohm als jederzeit reproduzierbares Etalon darzustellen, dann muß man sich über das zu wählende Material einigen. Früher zog man zur Herstellung der Einheit das Kupfer heran. Da stellte es sich heraus, daß die verschiedenen Kupfersorten mit ihren unvermeidlichen Verunreinigungen doch zu verschiedene Werte ergaben; dasselbe war beim Eisen der Fall. Da kam Werner v. Siemens in der Mitte der 60iger Jahre auf den glücklichen Gedanken, ein Material zu wählen, welches man jederzeit mit leichter Mühe in chemischer Reinheit herstellen kann.

Das ist das Quecksilber, durch Destillation können wir es von allen Verunreinigungen befreien. Da das Quecksilber flüssig ist, muß man es in eine Röhre von nicht leitendem Material einschließen. Das sind Arbeiten, die einer außerordentlichen Präzision bedürfen und von der Physikalisch-technischen Reichsanstalt ausgeführt werden. Dort hat man gefunden, daß 1 Ohm durch einen Quecksilberfaden von 1 mm Querschnitt und 106,3 cm Länge repräsentiert wird.

Zur Reproduktion für technische Zwecke wählt man Kupfer- oder Neusilberdraht, den man auf Rollen wickelt,

welche die Einheit oder das Vielfache davon darstellen. Sie werden in sogenannten Widerstandssätzen vereinigt. Hier ist ein solcher Kasten (Fig. 29). Auf dem Deckel sehen wir breite Messingschienen, die an verschiedenen Stellen durch eine konische Bohrung unterbrochen sind, in welche man gut schließende Metallstöpsel einstecken kann. Unter jeder Bohrung befindet sich Draht auf Holzrollen gewickelt, dessen Länge einem bestimmten Widerstand entspricht. Die Enden des Drahtes sind mit den aufeinanderfolgenden Messingschienen verbunden. So lange ein Stöpsel in der Bohrung sitzt, geht ein in das dicke Messingband eintretender Strom durch den geringen Widerstand des Stöpsels und vermeidet den größeren Widerstand durch die Rolle. Entfernt man aber den Stöpsel, so hat der Strom nur einen Weg, nämlich den durch den

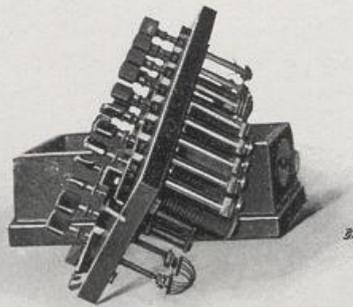


Fig. 29.

Rollenwiderstand. Die Sätze sind nach dem Dekadenprinzip eingerichtet, so daß man schnell jeden beliebigen Widerstand herstellen kann.

Für technische Betriebe hat man die Widerstände auch so eingerichtet, daß sie durch eine Kurbel reguliert werden

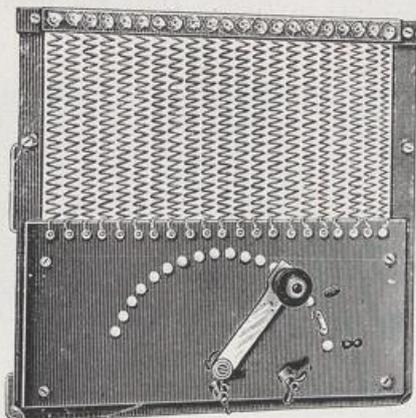


Fig. 30.

können (Fig. 30). Der Widerstandsdraht ist in Form von Spiralen mehrfach auf- und niedergeführt; auf einer Platte sind eine Reihe von Kontakten im Kreise angeordnet, die mit den Enden der einzelnen Spiralen in Verbindung stehen. Sie werden von einer Kurbel bestrichen, so daß ein

Strom, der in die Kurbel eintritt, erst an dem berührten Kontakt in den Widerstand eintritt und am letzten Kontaktpunkt denselben verläßt.

Wir haben bis jetzt eine dreifache Abhängigkeit des Widerstandes kennen gelernt: von der Länge, vom Querschnitt und vom Material. Dazu tritt nun eine vierte Abhängigkeit — von der Temperatur. Ein Versuch soll es zeigen. Ich halte hier einen Neusilberdraht in Form einer Spirale. Schicke ich Strom hindurch, so erwärmt er sich. (Fig. 31.) Zugleich zeigt das eingeschaltete Amperemeter ein langsames Zurückgehen, ein Zeichen, daß der Widerstand zunimmt, denn die angewandte Spannung hat sich nicht verändert. Jetzt tauche ich die Spirale in Wasser und kühle sie. Sie bemerken, daß das Meßinstrument einen steigenden

Strom anzeigt, daß der Widerstand sich also durch die Kühlung vermindert.

Hiermit ist bewiesen, daß der Widerstand des Neusilbers wie aller Metalle sich mit steigender Erwärmung vergrößert. Andere Stoffe, z. B. die Kohle und alle Flüssigkeiten ver-

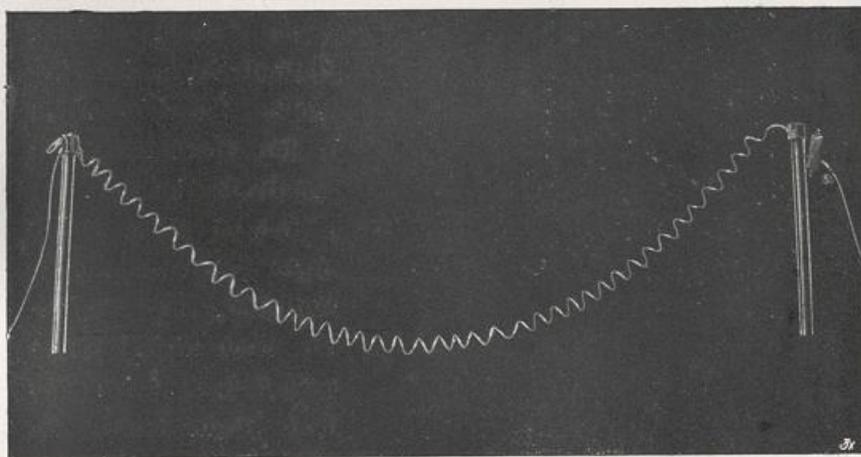


Fig. 31.

halten sich umgekehrt, sie verringern den Widerstand mit der Erwärmung.

Auch die Gase zeigen einen mit der Temperatur abnehmenden Widerstand. Man hat früher die Gase für Nichtleiter der Elektrizität gehalten. Diesen Standpunkt müssen wir aufgeben, nachdem wir gesehen haben, daß der Spannungsausgleich durch Funken, die auch nur den Übertritt eines Stromes bedeuten, selbst in der Luft möglich gewesen.

Ein merkwürdiges Experiment, das man erst seit einigen Jahren kennt, wird uns zeigen, daß hoch erhitzter Wasserstoff die stärksten Ströme hindurchläßt. Zur Erklärung des

Slaby, Glückliche Stunden.

4



Experiments diene zunächst ein Versuch in kleinerem Maßstabe. In dem vor Ihnen stehenden Gefäß (Fig. 32) soll eine elektrolytische Wasserzersetzung vorgenommen werden, aber mit anderen Elektroden als vorhin.

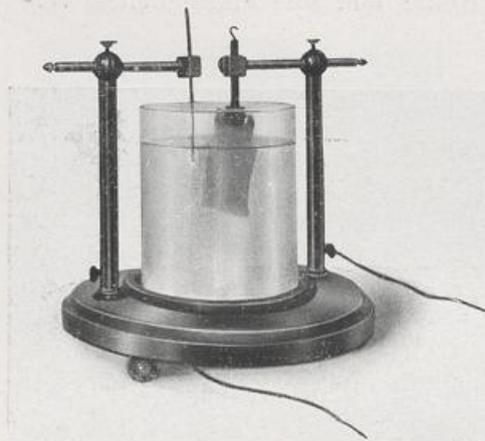


Fig. 32.

Als Anode habe ich eine verhältnismäßig große Platte aus Platin gewählt, als Kathode dagegen einen feinen Platindraht, so daß eine große Verschiedenheit in den Oberflächen der Elektroden besteht.

Lassen wir zunächst einen geringen Strom eintreten, so nehmen wir noch nichts Ungewöhnliches wahr: an dem Draht treten die

Wasserstoffbläschen auf, die in lebhaftem Wirbel entweichen. Verstärke ich jetzt den Strom, so wird die Entwicklung so stürmisch, daß die Gasblasen nicht mehr schnell genug entweichen können; sie umhüllen den Draht mit einer gasigen Schicht. Das hat eine interessante Folge. Solange der Platindraht noch mit dem Wasser in Berührung stand, hatte der Strom nur geringen Widerstand zu überwinden, jetzt tritt ihm das Hindernis der Gasschicht entgegen. Er zwingt sich auch durch diese hindurch, aber die gewaltige Arbeit produziert eine intensive Wärme, die Temperatur steigt schnell so hoch, daß die ganze Wasserstoffatmosphäre zu einem glühenden Ofen wird, in dem sogar das schwer zu schmelzende Platin wie Butter zerfließt und damit den Prozeß unterbricht. Beachtenswert ist die plötzliche Widerstandszunahme sobald

die Gasschicht entsteht, denn Sie nehmen an dem eingeschalteten Amperemeter ein starkes Abfallen des Stromes wahr.

Zwei belgische Ingenieure, Lagrange und Hoho, haben eine technische Anwendung davon gemacht, sie gründeten

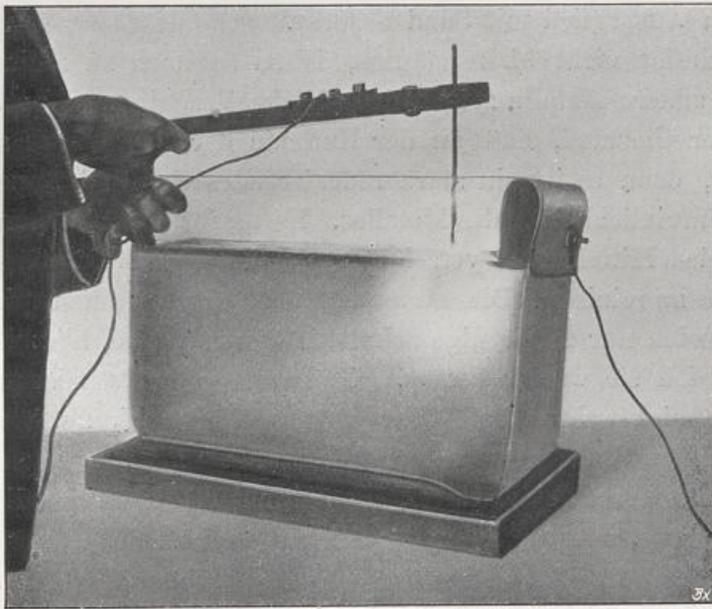


Fig. 33.

darauf einen Schweißprozeß unter Wasser. In der großen gläsernen Wanne, die vor Ihnen steht, erblicken Sie einen solchen hydroelektrischen Schweißofen (Fig. 33). Sie ist mit Wasser gefüllt, welches durch etwas Pottasche leitend gemacht ist. Als Anode dient eine große Bleiplatte, die über den Rand des Gefäßes gehängt und mit dem Kupferpol einer mächtigen Batterie verbunden ist. Der Zinkpol ist mit einer

4*

Zange verbunden, die ich in der Hand halte. Wenn ich nun mit dieser einen dicken Eisenstab erfasse, so wird derselbe in dem Moment, wo ich ihn eintauche, zur Kathode und von einem glühenden Wasserstoffmantel umhüllt. In wenigen Sekunden ist das Eisen in Schweißglut versetzt, ich muß es schnell herausziehen, denn Sie hören bereits das zischende Abtropfen. Um die Wanne nicht zu sprengen, habe ich den Boden vorsorglich mit Sand bedeckt.

Es ist nicht bloß möglich, Eisen so hoch zu erhitzen, auch andere Metalle zeigen das gleiche Verhalten. Wertvoll ist der Umstand, daß an der Kathode der Wasserstoff sich bildet, denn es ist ein stark reduzierendes Gas und verzehrt alle Unreinlichkeiten des Metalles. Es ergibt sich ein überaus einfaches Mittel, stark verschmutzte, mit Rost bedeckte Gegenstände zu reinigen. Diese unansehnliche verrostete Eisenplatte tauche ich nur für wenige Sekunden in die Wanne, blitzblank ziehe ich sie wieder heraus. Glühend gemachte Eisenteile lassen sich schweißen. Hier ist ein Ring aus zwei verschiedenen Stahlsorten unter dem Hammer zusammengefügt, hier eine geschweißte Gabel, ein Schraubenbolzen, eine Nietverbindung, alles Produkte der Schweißwanne. Ein Übelstand ist es, daß die Wärme bei der schnellen Erhitzung nicht tief in das Innere dringt, andererseits ein Vorteil, denn wir können eine Oberflächenhärtung ausführen, indem wir das erhitzte Eisenstück in Kühlwasser tauchen. Auch gelingt es, einzelne Stellen zu härten, andere weich zu lassen, man hat nur die letzteren mit Lehm zu umkleiden, an den freibleibenden findet dann allein die Härtung statt. Auch Kanonenrohre und Flintenläufe könnte man dadurch mit Oberflächenhärtung versehen, wenn es gelänge, das Krummziehen zu vermeiden.

Der kurze Überblick hat uns das mannichfache Wirken des elektrischen Stromes gezeigt: von dem leisen Hauch, der

die winzige Magnetnadel richtet, bis zum Lasten tragenden Krahn, von der Zertrümmerung des fest gefügten Baues chemischer Moleküle bis zu den Gluten des feurigen Ofens, in denen das Eisen zerschmilzt — Alles sind Wirkungen derselben Kraft, welche der Menscheng Geist in geregelte Bahnen zu lenken und zu nützlicher Arbeit zu leiten verstanden hat. Mit dichterischer Gestaltungskraft haben wir die Fluten eines geheimnisvollen Stromes belebt und einen natürlichen Zusammenhang zu begreifen vermeint. Doch wollen wir uns nicht täuschen; es sind eigentlich nur Wahnvorstellungen, welche die allzubereite Phantasie uns vorgegaukelt, und in bezug auf das wirkliche Verständnis sind wir schließlich kaum besser daran als jenes Bänderlein, dem ein Aufklärungsapostel den elektrischen Telegraphen erläutert und selbstbewußt am Ende fragt: „Das habt Ihr doch wohl verstanden?“ Das Bänderlein aber nickt treuherzig und sagt: „Ja alles, nur eines nicht — wie kommen die Depeschen über die Porzellanknöpfe weg?“

