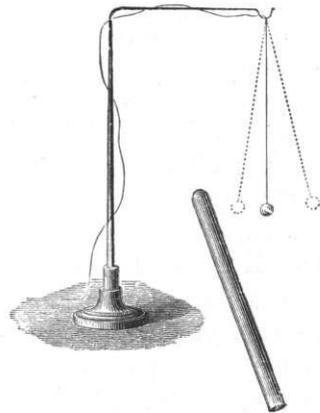


# I. Grundzüge der Electricitätslehre.

## A. Reibungselectricität.

§ 1. **Erzeugung und Erkennung der Electricität.** Reibt man ein Stück Harz oder eine Stange Siegellack mit einem Stück Wolle oder Pelz, so erlangen beide Theile — der Siegellack, wie der Pelz, das Harz, wie die Wolle — die Fähigkeit, kleine Papierschnitzel anzuziehen; derselbe Vorgang ereignet sich, wenn eine Glasstange mit einem Stück Seidenzeug gerieben wird. Die Ursache dieser Erscheinung nennt man Electricität und zwar, wenn, wie im vorerwähnten Falle, dieselbe durch Reibung hervorgerufen wird, Reibungselectricität. Es zeigt sich hierbei, daß die electricischen Eigenschaften der miteinander geriebenen Körper unter sich verschiedener Art sind, sowie ferner, daß das geriebene Glas sich anders verhält, wie der gleich behandelte Siegellack. Hängt man einen leichten Körper, ein Papierschnitzel oder ein Hollunderkügeln, an einem seidnen Faden auf, Abb. 1, und nähert demselben einen geriebenen, also electricisch gewordenen Glasstab, so wird das Kugeln zunächst angezogen, dann aber nach kurzer Berührung wieder abgestoßen. Bringt man demselben dann eine electricisch gemachte Stange Siegellack nahe, so wird das Kugeln wiederum rasch angezogen und zwar lebhafter, als wie es vorher von der Glasstange geschah.

Abb. 1.



In derselben Weise wird ein Kugeln, welchem eine geriebene Harzstange genähert wird, von dieser zunächst angezogen, dann nach kurzer Berührung

wieder abgestoßen, darauf aber in lebhafterer Weise durch einen electrisch gemachten Glasstab wieder angezogen.

§ 2. **Positive und negative Electricität.** Bei der ersten Berührung des Hollunderkugelhens mit dem electrischen Glasstab hat dasselbe dessen Electricität erhalten und wurde dann, nachdem dieses geschehen war, vom Glase abgestoßen, vom electrischen Harzstabe aber angezogen. Ebenso verhielt es sich im umgekehrten Falle. Hieraus folgt einerseits, daß Harz und Glas verschiedene Electricität annehmen, sowie andererseits, daß gleichartige Electricitäten sich abstoßen, ungleichartige sich aber anziehen. Die an dem Glase durch Reiben mit Seidenstoff hervorgerufene Electricität nennt man Glaselectricität und bezeichnet sie mit  $+E$ ; die dem Siegellack oder Harz durch Reibung mit Pelz oder Wollstoff ertheilte Electricität wird mit  $-E$  bezeichnet und Harzelectricität genannt. Beide Electricitäten haben das Bestreben sich anzuziehen und zu vereinigen. Geschieht Letzteres, so tritt ein Ausgleich ein, und beide Körper werden mehr oder weniger unelectricisch.

§ 3. **Ausgleich der Electricitäten.** Hängt man zwei Hollunderkugeln an seidenen Fäden auf, Abb. 2, und nähert ihnen einen geriebenen Glasstab, so werden dieselben zunächst angezogen; nach der Berührung jedoch werden die Kugeln nicht allein vom Glasstabe abgestoßen, sondern dieselben stoßen sich auch gegenseitig ab und verbleiben in der getrennten Stellung, Abb. 2. Bringt man jetzt eine Harzstange in die Nähe, so werden beide Kugeln angezogen. Berührt man dieselben mit der Harzstange, so verlieren sie nach und nach die Electricität wieder. Es tritt ein Ausgleich ein, und beide Kugeln werden unelectricisch, so daß sie sowohl vom electrischen Harzstabe, wie vom Glase wieder angezogen werden und nach Berührung deren Electricität wieder annehmen.

§ 4. **Leiter und Nichtleiter.** Das Wesen der Electricität ist uns noch unbekannt; wir erkennen dieselbe nur in ihren Wirkungen. Man nimmt an, daß alle Körper mehr oder weniger electrisch sind, und daß durch die Reibung die in den Körpern vorhandene Electricität in ihre beiden Theile, welche man mit  $+E$  und  $-E$  bezeichnet, zerlegt werde. Berührt man einen electrischen Körper mit einem anderen, der nicht electrisch ist, so wird ein Theil der Electricität vom ersteren auf letzteren übertragen. Je nachdem nun diese Uebertragung in größerem oder geringerem Maße erfolgt, nennt man die Körper gute oder weniger gute Leiter. Nichtleiter oder Isolatoren sind solche, welche die Electricität sehr schlecht leiten; es gehören hierzu Glas, Porzellan, Seide, Elfenbein, Wachs und die trockene Luft. Gute Leiter sind die Metalle, Kohle, Salzlösungen, Wasser, das feuchte Erdreich und der



Abb. 2.

men schliche, sowie der thierische Körper. Will man daher einen electrischen Körper gegen Verlust schützen, d. h. ihn isoliren, so umschließt man ihn mit Nichtleitern. Wird ein electrischer Körper mit der Erde in Verbindung gebracht, so verliert er sofort alle Electricität.

§ 5. **Influenz-Erscheinungen.** Auf einem nicht leitenden Fuße ist ein Metallcylinder befestigt, Abb. 3, an dessen Enden je zwei Hollunderkugeln an gut leitenden Fäden (von Leinwand) aufgehängt sind. Nähert man nun einen mit positiver Electricität ( $+E$ ) geladenen Körper, so wird die in dem Messingcylinder schlummernde Electricität erregt und der Art vertheilt, daß sich die  $-E$  dem geladenen Körper zunächst, die  $+E$  am anderen Ende des Cylinders ansammelt. Die Hollunderkugeln, welche vorher ruhig nebeneinander hingen, entfernen sich sofort von einander und zwar deshalb, weil beide die gleiche Electricität, auf der linken Seite  $-E$ , auf der rechten Seite  $+E$ , erhalten haben. Entfernt man die electrische Stange, so nähern sich die Kugeln sofort wieder einander. Die Electricität im Messingcylinder ist mithin wieder verschwunden, d. h. die soeben getrennten  $+E$  und  $-E$  haben sich wieder gleichmäßig über den Messingcylinder vertheilt, so daß eine Wirkung nicht mehr wahrzunehmen ist. Man sagt, der Messingcylinder ist nur vorübergehend durch Vertheilung — Influenz — electrisch geworden.

Berührt man den Messingcylinder an der  $+E$  Seite mit dem Finger, während der electrische Stab der  $-E$  Seite genähert ist, so bleiben die Kugeln beisammen, da die abgestoßene  $+E$  dadurch zur Erde geleitet wird. Entfernt man darauf erst den Finger, dann den Stab, so kann sich die nur im Cylinder allein noch zurückgebliebene  $-E$  überall hin, somit auch in die Kugeln vertheilen, und letztere bleiben getrennt voneinander stehen.

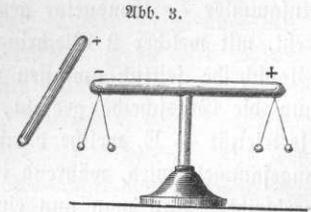


Abb. 3.

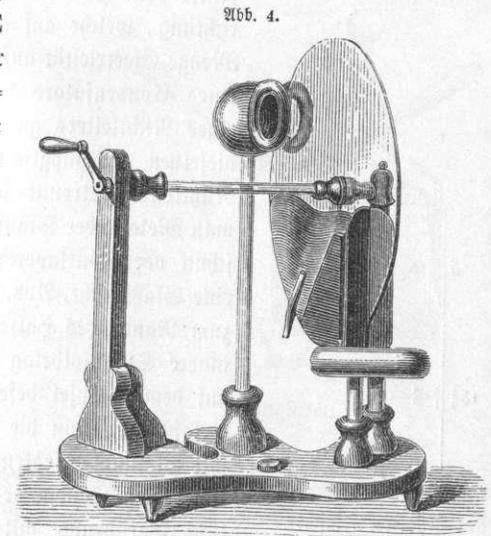


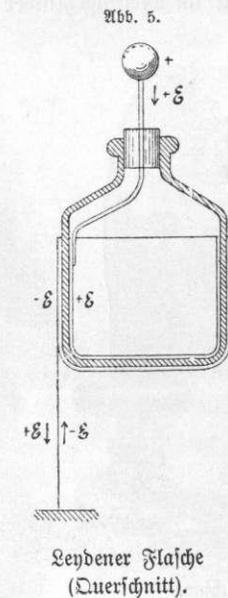
Abb. 4.

Electrisirmaschine.

§ 6. **Die Electrirmaschine.** Um Electricität in größeren Mengen zu erzeugen und starke Wirkungen hervorzurufen, bedient man sich der Electrirmaschine, Abb. 4. Dieselbe ist aus 3 Theilen zusammen gesetzt, nämlich dem geriebenen Körper, dem Reibzeuge und dem Ansammler. Ersterer besteht aus einer starken runden Glascheibe, welche um eine gläserne Achse mittelst Kurbel gedreht werden kann; als Reibzeug sind 2 lederne mit Amalgam überstrichene Rissen an der Glasplatte schleifend angebracht, während der Ansammler — Conductor genannt — aus einer größeren Messingkugel besteht, mit welcher 2 Blechringe verbunden sind, die mit Spizen versehen die Glascheibe seitlich umfassen und die erzeugte Electricität auffangen. Wird nun die Glascheibe gedreht, so entsteht auf der Scheibe selbst die Glas-electricität  $+E$ , welche durch die Metallspitzen aufgesogen und im Conductor angesammelt wird, während in dem Reibzeuge die  $-E$  sich bildet und dort verbleibt. Will man nun einen Körper electrifiziren, so braucht man ihn nur mit dem Conductor in Verbindung zu bringen. Geschieht dieses, so erfolgt ein Ueberströmen der Electricität und zwar, schon ehe Berührung eintritt, durch Ueberspringen von Funken. Die Entfernung, bis zu welcher Funken überspringen, nennt man Schlagweite.

### § 7. Der Condensator und die Leydener Flasche.

Unter dem Condensator versteht man eine Vorrichtung, welche auf einer kleinen Fläche eine große Menge Electricität aufnehmen kann. Zur Herstellung eines Condensators bringt man auf beiden Seiten eines Nichtleiters gute Leiter in der Weise an, daß dieselben im möglichst kurzen Abstände durch den Nichtleiter getrennt sind. Als gute Leiter nimmt man Metall oder Stanniol, als Nichtleiter Glas, Kautschuk oder Guttapercha. Im vorliegenden Falle sei eine Glasflasche, Abb. 5, inwendig und auswendig bis zum Rande des Halses mit Stanniol belegt und der innere Stanniolbelag mit einer Metallkugel, welche auf dem Stöpsel befestigt ist, metallisch verbunden. Erfasst man nun die Flasche mit der Hand an dem mit Stanniol belegten Theile und nähert die Metallkugel dem Conductor einer Electrirmaschine, oder läßt Berührung mit demselben eintreten, so wird Electricität übergeleitet, und zwar fließt die Glas-

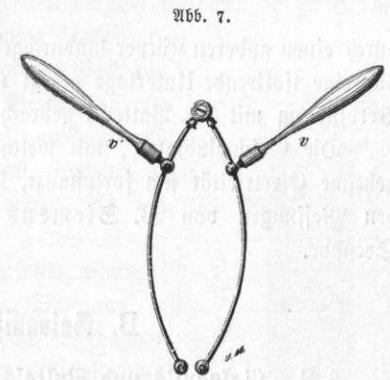


electricität  $+E$  des Conductors auf die Metallkugel und weiter auf den inneren Stanniolbelag der Flasche über. Die in dem Stanniolbelag schlummernde Electricität zerlegt sich in  $+E$  und  $-E$ . Letztere ver-

einigt sich mit einer entsprechenden Menge der vom Conductor ankommenden  $+E$ ; die mehr noch nachströmende  $+E$  zieht die  $-E$  der äußeren Stanniolplatte an, ohne sich jedoch mit ihr vereinigen zu können. Dadurch nun, daß die äußere Stanniolplatte, durch das Anfassen mit der Hand, durch den menschlichen Körper mit der Erde verbunden ist, kann die  $+E$  derselben zur Erde abfließen, andererseits aber  $-E$  von der Erde zurückströmen. Es hat nämlich die vom Conductor auf die innere Stanniolplatte überfließende  $+E$  das Bestreben, so viel  $-E$  anzuziehen, als nöthig ist, um ihr das Gleichgewicht zu halten; d. h. es wird so lange  $-E$  von der Erde in die äußere Stanniolplatte hinaufströmen und so viel  $+E$  vom Conductor auf die innere Stanniolplatte übergehen, bis die elektrische Spannung in den 3 Theilen, also im Conductor, dem inneren und dem äußeren Stanniolbelage, dieselbe geworden ist. Verbindet man alsdann nach Entfernung des Conductors den inneren und äußeren Belag durch einen Leiter miteinander, so vereinigen sich die beiden gleich großen und entgegengesetzten Electricitäten  $+E$  und  $-E$  miteinander; es springt unter lautem Knall ein mehr oder weniger starker Funken über. Dadurch sind dann beide Seiten entladen und vollständig unelectrisch geworden.



Leydener Flasche (Ansicht).

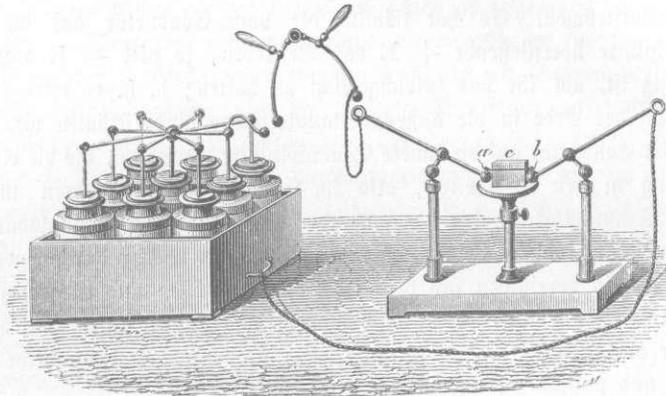


Auslader.

Diese Form des Condensators, welche Abb. 6 in der Ansicht darstellt, nennt man „die Leydener Flasche“. Dieselbe ist von Muschenbroeck & C u n a e u s in Leyden und fast gleichzeitig von Klei st in Pommern im Jahre 1745 erfunden. Zur Entladung bedient man sich des in Abb. 7 dargestellten Ausladers, der aus zwei in Knöpfen endigenden Messingdrähten besteht, welche durch ein Charnier verbunden sind, und welche isolirende Glasgriffe tragen. Größere Wirkungen erzielt man mit der Leydener Flasche, wenn man mehrere

derselben zu einer Batterie vereinigt, indem man die Metallknöpfe untereinander und auch den äußeren Stanniolbelag unter sich und mit der Erde verbindet, Abb. 8. Geladen wird die Batterie in gewöhnlicher Weise; bei der Entladung wird der Auslader Abb. 7 benutzt. Soll hierbei der Strom

Abb. 8.



Batterie Leydener Flaschen.

durch einen anderen Körper hindurchgeführt werden, so wird letzterer, c Abb. 8, auf eine isolierende Unterlage gelegt und beiderseits durch a und b in leitende Verbindung mit der Batterie gebracht.

Die Geschwindigkeit, mit welcher die von einer Leydener Flasche ausgehende Electricität sich fortpflanzt, ist sehr bedeutend; dieselbe beträgt nach den Messungen von W. Siemens 30200 geographische Meilen in einer Secunde.

## B. Galvanische Electricität.

§ 8. **Galvani's und Volta's Beobachtungen.** Im Jahre 1789 beobachtete der Professor Ludwig Galvani in Bologna, daß ein Froschschenkel in Zuckungen gerieth, wenn man dessen Muskeln mit einem Kupferdraht und dessen Nerven mit einem Eisendraht berührte und beide Drähte gleichzeitig mit ihren andern Enden zusammen brachte. Alexander Volta in Pavia fand dann später, daß diese Erscheinungen Wirkungen der Electricität waren und entdeckte ferner, daß, wenn zwei verschiedenartige Körper, insbesondere Metalle, sich berühren, beide dadurch schon electricisch werden, und die Stärke dieser electricischen Erregung von der Natur der Metalle abhängt. Diese Erscheinungen und Wirkungen faßt man unter dem Namen Galvani-

sche Electricität zusammen. Bei der Berührung zweier verschiedenartiger Körper wird die in denselben schlummernde Electricität in  $+E$  und  $-E$  zerlegt, die  $+E$  sammelt sich auf dem einen, die  $-E$  auf dem andern Körper, ohne daß diese beiden Electricitäten sich wieder vereinigen. Die Scheidung der  $+E$  von der  $-E$ , sowie die Verhinderung der Wiedervereinigung schreibt man einer besonderen Kraft zu, welche man die „electromotorische Kraft“ nennt.

§ 9. **Die electricische Spannungsreihe.** Welches der verwendeten Metalle bei der gegenseitigen Berührung die  $+E$  und welches die  $-E$  in sich aufnimmt, zeigt die folgende bereits von Volta aufgestellte Spannungsreihe:

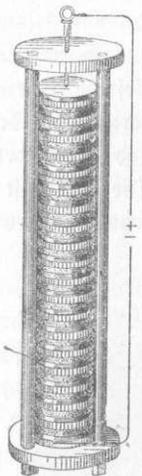
Zink, Blei, Zinn, Eisen, Kupfer, Silber, Gold, Platin, Kohle.

Darin bleibt jedes Metall, welches sich mit einem hinter ihm stehenden verbindet, positiv, während das andere negativ wird. Bei einer Berührung zwischen Zink und Kupfer sammelt sich alle  $+E$  auf dem Zink, während die  $-E$  auf das Kupfer übergeht. Die Spannung der Electricität ist hierbei um so größer, je weiter die Metalle auseinander stehen; dieselbe ist also bei einer Berührung zwischen Zink und Kohle am größten.

§ 10. **Die Volta'sche Säule.** Diese Spannungsreihe gilt jedoch nicht, sobald die Metalle zugleich mit Flüssigkeiten berührt werden; da z. B. bei Berührung von Zink und Schwefelsäure das Zink negativ, die Säure hingegen positiv erregt wird. Nach der Spannungsreihe müßte das Kupfer bei Berührung mit Schwefelsäure noch stärker negativ erregt werden, als das Zink. Dieses ist aber nicht der Fall, sondern es wird umgekehrt das Zink mehr negativ erregt, als das Kupfer.

Schichtet man mehrere zusammengesetzte Plattenpaare von Zink und Kupfer in derselben Ordnung so aufeinander, daß zwischen jedem Plattenpaar ein feuchter Leiter eingeschoben wird, so tritt eine Verstärkung der durch die Berührung von Zink und Kupfer erzeugten electricischen Wirkung ein. Eine derartige Zusammensetzung nennt man nach ihrem Erfinder: die offene Volta'sche Säule, Abb. 9. Dieselbe besteht, mit Kupfer oben anfangend, aus Kupfer — Leiter — Zink — Kupfer — Leiter — Zink — Kupfer u. s. w. und endet mit Zink. Als Leiter werden gewöhnlich Tuchlappen verwendet, welche mit verdünnter Schwefelsäure angefeuchtet sind. Die electromotorische Kraft einer solchen Säule oder Batterie ist der Anzahl der einzelnen Elemente

Abb. 9.

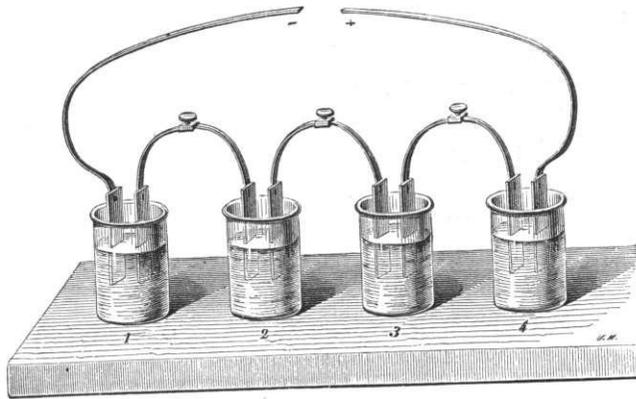


Volta'sche Säule.

direct proportional, d. h. wenn die Säule z. B. aus 20 einzelnen aus Kupfer — Leiter — Zink bestehenden Elementen zusammengesetzt ist, so ist die electromotorische Kraft 20 mal so groß, als die eines einzelnen Elementes.

§ 11. **Galvanische Batterie. Galvanischer Strom.** Statt der feuchten Tuchlappen kann man auch eine Flüssigkeit wählen, und die Berührung zwischen Kupfer und Zink durch eine metallische Verbindung herstellen. Man erhält alsdann eine Zusammenstellung in Gestalt der Abb. 10, und nennt

Abb. 10.



Galvanische Batterie.

dieselbe eine galvanische Batterie. In jedem Glase befindet sich, in verdünnter Schwefelsäure stehend, ein Zink- und ein Kupferstreifen; Kupfer und Zink der benachbarten Gläser sind miteinander metallisch verbunden. Die Kette ist geschlossen, sobald das Zink des ersten mit dem Kupfer des letzten Glases in leitende Verbindung gebracht wird. Da nun, wie oben bemerkt, bei der Berührung von Zink und Kupfer mit der Säure das Zink stärker negativ erregt wird, als das Kupfer, so bleibt nach einem theilweisen Ausgleich der Electricitäten ein Ueberschuß vorhanden, welcher eine Bewegung vom Zink durch die Flüssigkeit zum Kupfer und vom Kupfer zum Zink hervorruft. Diese Bewegung der Electricität nennt man einen galvanischen Strom und zwar heißt der Strom, welcher, wie vorbemerkt, im Schließungsdraht vom Kupferpol zum Zinkpol und vom Zink wieder durch den feuchten Leiter zum Kupfer, s. Abb. 11, führt, der positive und wird mit + E bezeichnet. Ferner nennt man das Kupfer den

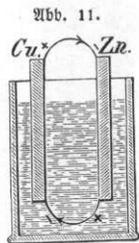


Abb. 11.

positiven Pol, aber das negative Metall, während umgekehrt das Zink als negativer Pol und positives Metall bezeichnet wird.

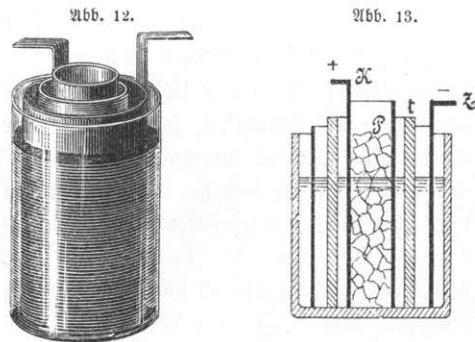
§ 12. **Electriche Wirkungen.** Um das Vorhandensein und die Wirkung der electricen Erscheinungen an sich selbst erkennen zu können, lege man einen blanken Zinkstreifen unter die Zunge, ein Stück Kupfer auf dieselbe und bringe beide Metallstücke außerhalb der Zunge in Berührung. Man wird alsdann einen eigenthümlichen Geschmack empfinden, der vorher nicht wahrgenommen wurde. Legt man den Zinkstreifen an das feuchte untere Augenlid und klemmt den Kupferstreifen zwischen Oberlippe und Zahnfleisch, so ist bei der Berührung der Metalle ein schwacher Lichtschein wahrzunehmen. Diese, sowie alle Erscheinungen, welche man überhaupt beim Schließen einer galvanischen Batterie beobachten kann, lassen sich in 5 Klassen bringen:

1. Lichtwirkungen, wie solche beispielsweise durch das Ueberspringen der Funken, durch das elektrische Bogen- und Glühlicht, sowie durch viele andere prachtvolle Erscheinungen zum Ausdruck kommen.
2. Wärmeerzeugungen, welche sich z. B. dadurch äußern, daß ein in den Verbindungsdraht einer Volta'schen Säule eingeschalteter feiner Platindraht sehr rasch schmilzt.
3. Wirkungen an lebenden Körpern, wie solche Galvani zuerst beobachtete, und wie man sie beim Schließen und Öffnen kräftiger Batterien sehr stark empfinden und wahrnehmen kann.
4. Chemische Vorgänge, wie solche z. B. entstehen, wenn Wasser der feuchte Leiter zwischen den beiden Metallplatten ist. Der Strom zerlegt nämlich das Wasser in seine beiden chemischen Bestandtheile, den Wasserstoff und den Sauerstoff. Es sammelt sich dabei am Zinkpol der Sauerstoff und am Kupferpol der Wasserstoff. Ersterer bildet mit dem Zink das Zinkoxyd, während der Wasserstoff sich in Gestalt von Luftblasen am Kupfer ansetzt.
5. Magnetische Wirkungen. Dieselben bestehen unter anderem darin, daß weiches Eisen magnetisch wird, sobald ein galvanischer Strom um dasselbe herumgeleitet wird.

§ 13. **Constante Batterien. Daniell's Element.** Wie oben bemerkt, wird bei einer aus Zink, Kupfer und dem Leiter Wasser bestehenden Batterie das Wasser zerlegt, und bildet der am Zinkpol sich sammelnde Sauerstoff daselbst Zinkoxyd, während der Wasserstoff in Gestalt von Blasen am Kupferpol haftet. Durch beides wird die Leitungsfähigkeit der Batterie beeinträchtigt.

Nimmt man nun statt des reinen Wassers mit Wasser verdünnte Schwefelsäure, so verbindet sich am Zinkpol das Zinkoxyd zu schwefelsaurem Zinkoxyd (Zinkvitriol), welches von der übrigen Flüssigkeit so lange aufgelöst wird, als noch genügend Wasser vorhanden ist. Dadurch bleibt das Zink metallisch rein, stets gut leitend und strombildend.

Um den Wasserstoff vom Kupfer fern zu halten, ist demselben Gelegenheit zu geben eine neue Verbindung einzugehen. Dieses geschieht dadurch, daß man einen andern Körper — ein sauerstoffreiches Material, z. B. Kupfervitriol — zuführt, mit welchem der am Kupferpol sich sammelnde Wasserstoff in Verbindung tritt. Dadurch wird das Kupfer aus dem Kupfervitriol verdrängt, dasselbe schlägt sich am Kupferpol nieder, während die neu gebildete Schwefelsäure als Ersatz der mit dem Zink in Verbindung getretenen Menge dient. In dieser Weise ist das von Daniell im Jahre 1824 geschaffene Element zusammengesetzt. Abb. 12 zeigt ein solches in der Ansicht, Abb. 13 giebt einen Durchschnitt durch dasselbe.



Daniell'sches Element.

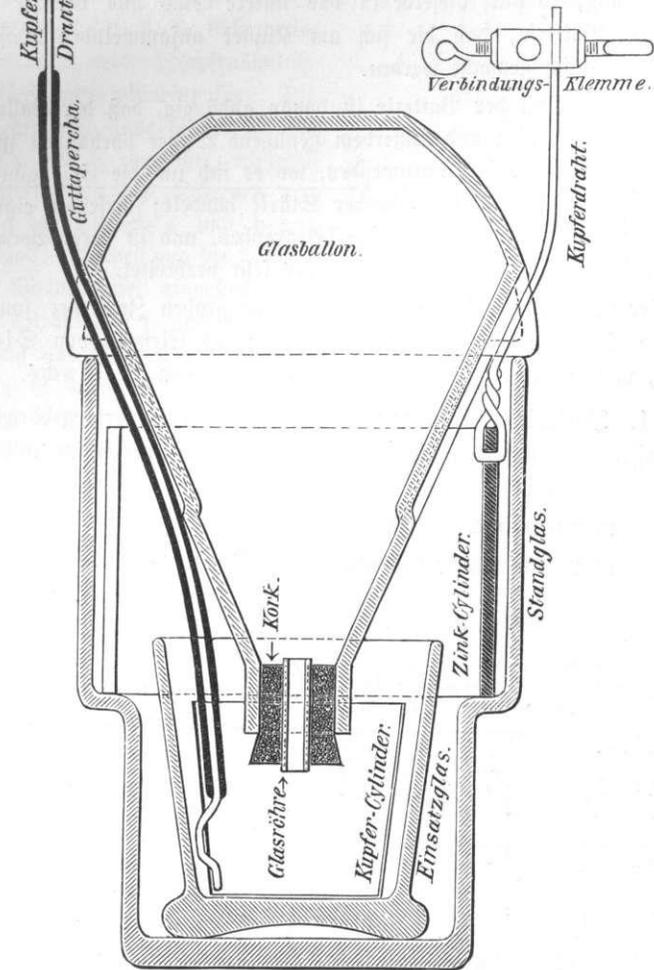
mischen darf, so ist der Kupferpol durch einen Thoncyliner t umhüllt, welcher die Flüssigkeiten scheidet, die leitende galvanische Verbindung aber aufrecht erhält. Am Kupferpol wird bei P das sauerstoffreiche Kupfervitriol eingebracht, im Uebrigen das Glasgefäß und das Thongefäß — die poröse Zelle — mit Wasser gefüllt. Sobald nun genügendes Kupfervitriol im Wasser gelöst ist, und man die Batterie geschlossen, d. h. den Kupferpol des letzteren Elements mit dem Zinkpol des ersteren in Verbindung gebracht hat, bildet sich der galvanische Strom. In Folge dessen wird das Wasser in Sauerstoff und Wasserstoff zerlegt. Der Sauerstoff sammelt sich am Zinkpol, der Wasserstoff am Kupferpol. Durch die Verbindung des Wasserstoffes mit dem im Wasser gelösten Kupfervitriol wird die Schwefelsäure frei und gelangt durch den Thoncyliner hindurch zum Zinkpol, woselbst sie das durch den Sauerstoff entstandene Zinkoxyd in Zinkvitriol verwandelt, welches seinerseits wieder vom Wasser aufgelöst wird.

Die Batterie wirkt so lange gut, als Kupfervitriol und die genügende Menge Wasser vorhanden ist.

Das Meidinger'sche Element, Fig. 14. Dasselbe unterscheidet sich vom vorigen hauptsächlich dadurch, daß es keine poröse Zelle hat. Auf

dem Boden des großen Glasgefäßes befindet sich ein kleines Glas, in welches der Kupferpol, dem die Gestalt eines niedrigen Cylinderringes gegeben ist,

Abb. 14.

*1/2 nat. Grösse.*

Meidinger'sches Ballon-Element.

gesetzt wird. Von diesem aus führt ein durch Guttapercha isolirter Kupferdraht nach außen. Der Zinkpol besteht gleichfalls aus einem ringförmigen Cylinder, welcher auf den im äußeren Glase befindlichen Absatz gestellt wird

und von dem aus ein angelötheter Draht nach außen führt. Nachdem in das Glas eine verdünnte Auflösung von Bittersalz gegossen ist, wird der trichterförmige Ballon, welcher vorher mit Kupfervitriol und Wasser angefüllt wurde und dessen Hals durch einen Kork, in dem ein dünnes Glasrohr sich befindet, geschlossen ist, übergestülpt. Da die Kupfervitriollösung schwerer ist als die Bittersalzlösung, so sinkt dieselbe in das untere Glas und bewirkt bei der geschlossenen Batterie, daß die sich am Kupfer ansammelnden Wasserstoffbläschen unschädlich gemacht werden.

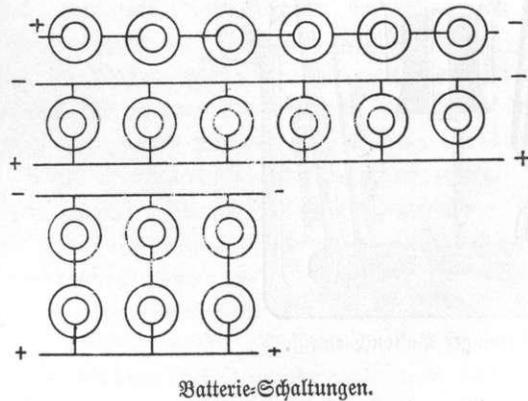
Die Wirksamkeit der Batterie ist davon abhängig, daß der Ballon stets mit Kupfervitriol gefüllt und außerdem genügend Wasser vorhanden ist. Die Meidinger Elemente sind anzuwenden, wo es sich um die Erzeugung eines mäßigen Stromes von gleichbleibender Stärke handelt; dieselben eignen sich besonders zum Betriebe von Morse-Telegraphen, und ist deren Verwendung im Eisenbahn- und Telegraphendienst daher sehr verbreitet.

Außer der vorbeschriebenen sind aus der großen Zahl der sonst noch erfundenen Elemente die folgenden zu nennen: das Element von Siemens-Halske, von Grove, von Bunsen, sowie das von Leclanché.

§ 14. Batterie-Verbindungen. Die zu einer Batterie gehörigen Elemente lassen sich auf verschiedene Art miteinander verbinden und unterscheiden man danach:

- a) hintereinander und
- b) nebeneinander geschaltete Batterien.

Abb. 15, 16 und 17.



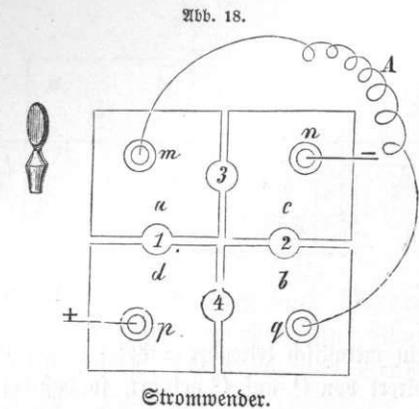
Batterie-Schaltungen.

die ganze Batterie, wie ein einziges Element erscheint, dessen Oberfläche der Summe der Oberflächen der einzelnen Elemente gleich ist.

Abb. 15 zeigt eine hintereinander geschaltete Batterie; bei derselben muß der von links kommende Strom sämtliche Elemente der Reihe nach durchlaufen, wohingegen bei einer in Abb. 16 dargestellten nebeneinander geschalteten Batterie sämtliche Zinkpole und sämtliche Kupferpole direct miteinander verbunden sind, so daß

Zwischen diesen beiden Schaltungsarten steht die in Abb. 17 dargestellte Anordnung, welche einer weiteren Erläuterung wohl nicht bedarf.

§ 15. Stromwender, Umschalter. Will man aus irgend einem Grunde den von einer Batterie ausgehenden, durch einen Draht fortgeführten Strom umkehren, so bedient man sich des Stromwenders. Auf einer gut isolirten Unterlage werden 4 Metallplatten a, b, c, d, Abb. 18, gelegt; die Platten enthalten bei 1, 2, 3, 4, löcherartige Oeffnungen, in welche pfropfenähnliche Metallstöpsel genau hineinpasse. Die von der Batterie ausgehenden Drähte seien bei p und n zugeführt, während die Weiterleitung des Stromes von m und q der Platten a und b aus erfolgen soll. Werden nun bei 1 und 2 leitende Metallstöpsel eingesteckt, so geht der Strom von p nach m durch die Leitung und zurück nach q—n zur Batterie; er durchläuft also A von links nach rechts. Wird hingegen 3 und 4 durch leitende Stöpsel ausgefüllt, so geht der Strom von p nach q durch die Leitung A nach m und so weiter über n zur Batterie. Im letzteren Falle geht der Strom somit von rechts nach links durch A.



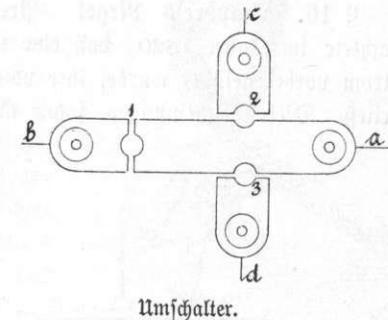
Stromwender.

Unter Umschalter versteht man im Allgemeinen Vorrichtungen, durch welche man den Strom nach Bedarf von einer Leitung auf eine andere übertragen oder auch einen Theil der Leitung ausschalten kann.

Abb. 19 stellt einen Stöpselum-schalter dar, wie er bei Morse-Sprechleitungen gewöhnlich zur Verwendung kommt. Wird der Stöpsel in 1 gesetzt, so geht der von a kommende Strom nach b weiter; setzt man den Stöpsel in 2, so nimmt der Strom den Weg von a nach c und wird endlich 3 metallisch ausgefüllt, so ist die Leitung a—d hergestellt.

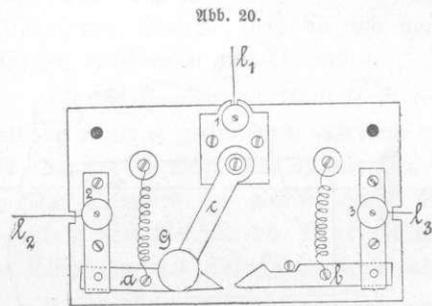
Abb. 20 veranschaulicht einen Kurbelum-schalter, welcher bei der Stellung c die Leitung  $l^1$  mit  $l^2$ , bei Umliegung des Armes c nach rechts

Abb. 19.



Umschalter.

jedoch die Leitung  $l^1$  mit  $l^3$  verbindet. Um gewisse Apparattheile, z. B. Blitzableiter, Galvanometer u. s. w., nach Belieben aus- oder einschalten zu können, wendet man eine einfache Vorrichtung, Abb. 21, an. In der bezeichneten Weise geht der von  $l^1$  kommende Strom durch den in der Leitung B eingeschalteten Apparat über 2 nach  $l^2$  weiter. Wird jedoch zwischen 1 und 2

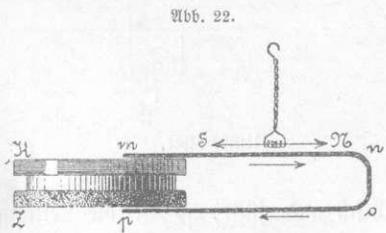


Umschalter.

ein metallisch leitender Stöpsel eingesetzt, so wird der Strom durch denselben direct von  $l^1$  auf  $l^2$  geführt, so daß der in B befindliche Apparat ausgeschaltet ist. In ähnlicher Weise wird, wenn auch meist durch selbstthätige Federhebel, die Aus- und Einschaltung der Sprechapparate in den Wärterbuden bewirkt.

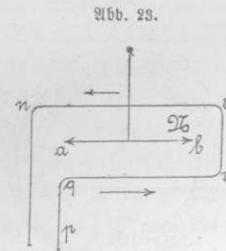
C. Vom Electromagnetismus.

§ 16. Ampère's Regel. Professor Derstedt in Kopenhagen beobachtete im Jahre 1820, daß eine Magnetnadel, an der ein galvanischer Strom vorbei geführt wurde, ihre von Süden nach Norden zeigende Richtung verließ. Diese Erscheinungen, sowie alle durch Zusammentreten von Galvanismus und Magnetismus entstehenden Wirkungen faßt man unter dem Namen Electromagnetismus zusammen.

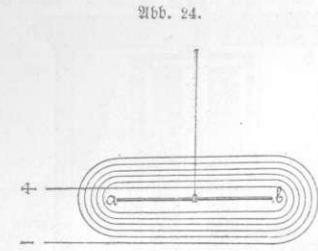


m n o p einer galvanischen Batterie K Z, so wird, sobald man die letztere schließt, die Magnetnadel seitwärts abgelenkt. Die Art der Ablenkung

bestimmt sich nach der folgenden von Ampère angegebenen Regel: Man denke sich in dem vom Strome durchflossenen Drahte eine menschliche Gestalt so schwimmend, daß der positive Strom zu den Füßen derselben ein- und am Kopfende heraustritt, doch so, daß die Gestalt der Magnetnadel stets das Gesicht zuwende,



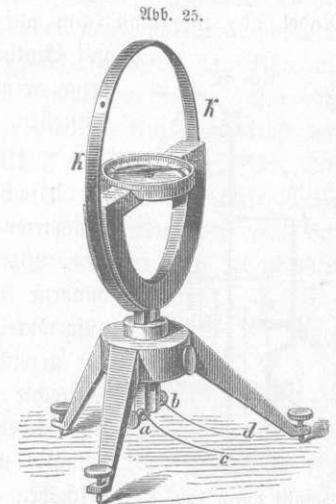
Galvanoscop.



Multiplikator.

so wird in allen Fällen der Nordpol (d. h. das nach Norden zeigende Ende) der Nadel nach links abgelenkt werden, und zwar ist diese Ablenkung um so größer, je stärker der durch den Draht geführte Strom ist. Dieses Gesetz giebt uns ein Mittel an die Hand, um feststellen zu können, ob in einem Drahte ein electricischer Strom vorhanden ist, welche Richtung und welche Stärke er hat.

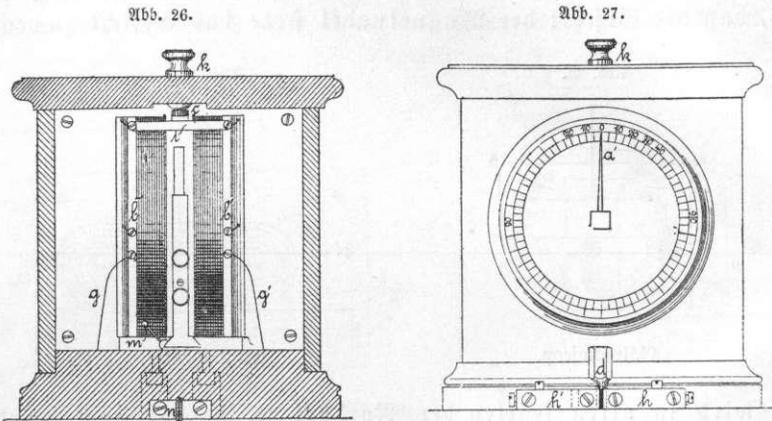
§ 17. Galvanoscop. Multiplikator. Wenn ein Draht p q r s n, wie in Abb. 23, um eine Magnetnadel a b herumgeführt ist, und ein Strom in der Pfeilrichtung hindurchgeleitet wird, so muß nach der Ampère'schen Regel der Nordpol N nach links, also so abweichen, daß derselbe aus der Ebene des Papiers auf den Leser zu heraustraten würde. Ein derartig eingerichtetes Instrument, durch welches man also das Vorhandensein und die Richtung eines Stromes ermitteln kann, nennt man Galvanoscop. Will man die Wirkung des Stromes verstärken, so führt man, wie in Abb. 24, den Leitungsdraht nicht nur einmal, sondern vielfach um die Nadel herum und erhält alsdann den Multiplikator.



Tangentenbusssole.

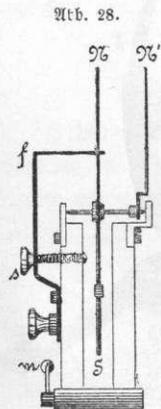
§ 18. Tangentenbusssole. Abb. 25 stellt ein unter dem Namen Tangenten-

büffole bekanntes Instrument dar, bei welchem, um eine in der Mitte angebrachte Magnetnadel, ein Kupferring K gebogen ist, an dessen unten nicht geschlossenen Enden a und b die zur Batterie führenden Leitungsdrähte be-



Vertical-Galvanometer.

festigt sind. Wird durch diesen Kupferring ein Strom geleitet, so weicht die Nadel ab, und man kann auf dem unter derselben angebrachten Gradbogen mit Eintheilung die Größe des Ausschlages der Nadel genau ermitteln und somit die Stärke des Stromes feststellen.



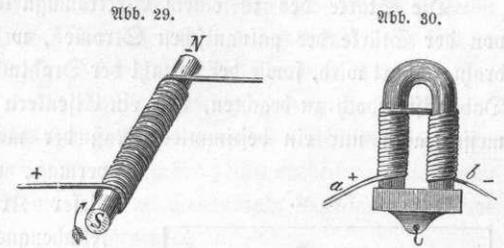
Schnitt durch den Vertical-Galvanometer.

festigt sind. Wird durch diesen Kupferring ein Strom geleitet, so weicht die Nadel ab, und man kann auf dem unter derselben angebrachten Gradbogen mit Eintheilung die Größe des Ausschlages der Nadel genau ermitteln und somit die Stärke des Stromes feststellen.

§ 19. **Vertical-Galvanometer.** In Deutschland ist vielfach das im Folgenden beschriebene Vertical-Galvanometer im Gebrauch. Auf einem Holzrahmen b b', Abb. 26, ist der mit der Leitung durch g und g' verbundene Kupferdraht in etwa 2 mal 300 Windungen aufgewickelt. Die Magnetnadel N—S, Abb. 28, ist wie gezeichnet gelagert, durch ein Gegengewicht in die senkrechte Lage gebracht und auf der Achse derselben zugleich ein besonderer Zeiger N' befestigt. Die Magnetnadel wird zwischen die Drahtrollen b b', Abb. 26, geschoben und tritt dadurch zugleich der Zeiger durch einen vorhandenen Schlitz vor die eingetheilte Scheibe, a, Abb. 27. Bei c, Abb. 26, ist sodann auch ein Magnet i angebracht, durch welchen die Nadel N im Ruhezustande stets genau in aufrechter Stellung erhalten wird. Sobald nun ein Strom durch den Kupferdraht geführt wird, weicht die Magnetnadel und mit ihr der Zeiger

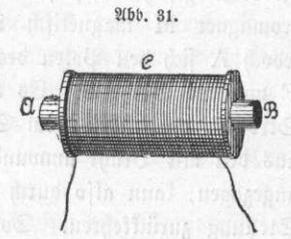
nach rechts oder nach links ab und kennzeichnet somit die Richtung und die Größe des in der Leitung vorhandenen Stromes. Die Klemmen h und h' dienen zum Anschluß an den Leitungsdraht. Durch den Stöpsel d kann das Galvanometer ausgeschaltet werden (vergl. § 15, Abb. 21).

§ 20. **Der Electromagnet.** Umwindet man ein Stück weiches Eisen schraubenförmig mit einem gut isolirten Kupferdraht, Abb. 29, und verbindet die Enden des Drahtes mit einer galvanischen Batterie, so wird das Eisen, im Augenblick des Schließens der Batterie, magnetisch werden und auch so lange bleiben, als der Strom der Batterie durch den Draht geht. Die Pole des so entstandenen Magneten bestimmen sich nach der auf Seite 15



Electromagnete.

angegebenen Ampère'schen Regel: Man denke sich in dem vom Strome durchflossenen und nahezu senkrecht gegen den Eisenkern gewundenen Drahte eine Gestalt, mit dem Gesichte nach dem Eisen gerichtet, schwimmen in der Art, daß der Strom an den Füßen ein- und zum Kopfe wieder heraustritt, so wird stets links der Gestalt ein Nordpol gebildet werden. In Abb. 29 muß mithin oben ein Nordpol und unten ein Südpol entstehen. Um eine verstärkte Wirkung zu erzielen, d. h. um die magnetische Anziehungskraft des weichen Eisens zu vergrößern, gestaltet man es hufeisenförmig, Abb. 30, wickelt den Draht in vielen Windungen herum und erhält auf diese Weise einen Electromagneten. Der Electromagnet ist im Stande, je nach der Stärke des Stromes und der Anzahl der Drahtwindungen, ein bedeutendes Gewicht zu tragen, bleibt jedoch nur so lange magnetisch, als ein Strom durch die Drahtwindungen geführt wird. Hört der Strom auf, so geht auch der Magnetismus sofort wieder verloren.

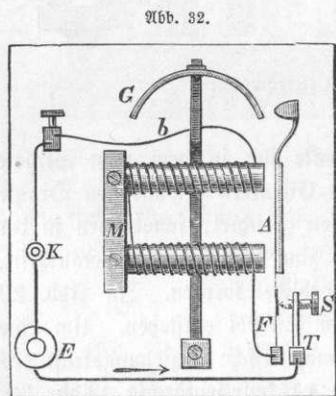


Magnetisierungs-Spirale.

Statt den isolirten Kupferdraht unmittelbar um das zu magnetisirende Eisen zu winden, ist es zweckmäßiger, den Draht auf besondere Spulen von Holz oder Pappe zu wickeln, d. h. sogen. Magnetisierungs-Spiralen herzustellen, Abb. 31. Die Spirale kann man dann über den zu magnetisirenden Eisenstab A—B schieben und mit der Batterie in leitende Verbindung bringen, um

sofort einen kräftigen Magneten zu erhalten. Da nun, wie bereits vorstehend bemerkt, in dem Augenblicke, in welchem der Strom unterbrochen wird, die magnetische Kraft des Eisens aufhört, so hat man es in der Hand, durch Öffnen oder Schließen der Batterie das Eisen in jedem Augenblicke magnetisch oder unmagnetisch zu machen. Ferner kann man auch die Pole des Magneten in jedem Augenblicke ändern, je nachdem man den Strom in der einen oder der anderen Richtung durch den Draht sendet.

Die Stärke des in einem Electromagneten erzeugten Magnetismus ist von der Stärke des galvanischen Stromes, welcher durch den Umwicklungsdraht geführt wird, sowie der Anzahl der Drahtwindungen unmittelbar abhängig. Dabei ist jedoch zu beachten, daß ein Eisenkern von einem bestimmten Durchmesser auch nur ein bestimmtes Maß der magnetischen Kraft aufzunehmen



Electrische Schelle.

ferner der andere Leitungsdraht von der Batterie über T und S zur Feder F geführt ist, so wird, sofern man den Strom schließt, der Electromagnet M magnetisch werden und den Anker A anziehen. Sobald jedoch A sich den Polen des Electromagneten nähert, entfernt sich die Feder F von der Spitze S. Es tritt alsdann eine Unterbrechung des galvanischen Stromes ein. Mit dem Strom verschwindet aber auch der Magnetismus aus den mit Draht umwundenen Eisenkernen, A wird nicht mehr von ihnen angezogen, kann also durch die Kraft der Feder wieder in die ursprüngliche Stellung zurückkehren. Sobald dieses geschehen ist, berührt F wieder die Spitze der Schraube S. Der Strom ist wieder geschlossen und das Spiel beginnt von Neuem. Bringt man an A einen Hammer und bei G eine Glocke an, so erhält man die elektrische Schelle, oder den vielfach im Eisenbahnbetriebe benutzten Wecker. Bei der Verwendung zu Schellen in den

Wohngebäuden ist bei K ein Knopf angebracht; durch Niederdrücken desselben erfolgt der Schluß der Batterie und die Klingel ertönt.

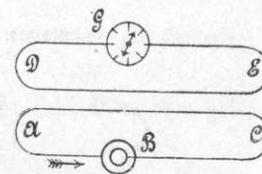
## D. Galvanische Induction.

§ 22. **Faraday's Beobachtungen.** Bringt man ein Stück Eisen in die Nähe eines Magneten, so wird dasselbe nicht nur angezogen, sondern erhält selbst magnetische Eigenschaften; in gleicher Weise wird ein Körper, der in die Nähe des Conductors einer Electrific-Maschine gebracht wird, selbst electrisch. Beides geschieht, ohne daß das Eisen den Magnet, oder der Körper den Conductor der Electrific-Maschine berührt. In ähnlicher Weise äußert sich die Wirkung eines durch einen Draht gehenden galvanischen Stromes, wenn ihm ein anderer in sich geschlossener Draht genähert wird. Diese eigenthümliche Erscheinung, welche Faraday im Jahre 1830 entdeckte, nennt man galvanische Induction, und die in dem Nebendraht erzeugten Ströme Inductions- oder Secundärströme, im Gegensatz zu den aus den Batterien kommenden Haupt- oder Primärströmen. Die Erscheinung selbst äußert sich wie folgt: Es sei B, Abb. 33, eine Batterie, durch welche im Drahte AC ein Strom in der Pfeilrichtung erzeugt werde. DE sei ein in sich geschlossener Nachbardraht, in dem bei G ein Galvanometer eingeschaltet ist. In dem Augenblicke nun, in welchem die Batterie B geschlossen, in AC somit ein Strom erzeugt wird, entsteht in dem Nachbardraht DE gleichfalls ein Strom, wie solches das Galvanometer durch die eintretende Bewegung der Magnetnadel anzeigt. Der Strom ist demjenigen in AC entgegengesetzt und nur von einer sehr kurzen Dauer, denn die Nadel des Galvanometers stellt sich nach der Abweichung sogleich wieder auf Null und bleibt unbeirrt so lange stehen, als der Strom den Draht AC durchläuft. Unterbricht man jedoch den Strom AC wieder, so entsteht in dem Augenblicke der Unterbrechung wiederum ein Strom in dem benachbarten Drahte, jedoch hat derselbe dieselbe Richtung, wie der Strom im Drahte AC. Doch auch diese zweite in DE plötzlich eingetretene galvanische Erregung ist, wie auch hier wieder das Galvanometer zeigt, nur von unmeßbar kurzer Dauer.

§ 23. **Inductionsgesetze.** Sonach ergeben sich für diese Naturerscheinungen die folgenden Gesetze:

1. Beim Schließen, wie beim Öffnen einer galvanischen Batterie entstehen in einem neben geführten Drahte Ströme von unmeßbar kurzer Dauer, welche einander entgegengesetzt gerichtet sind.

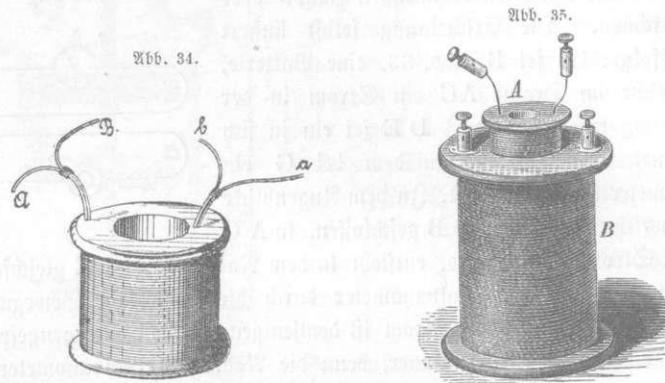
Abb. 33.



2. Der beim Schließen der Batterie entstehende Inductionsstrom hat eine Richtung, welche dem Strome im Batteriedraht entgegengesetzt ist, während der beim Öffnen der Batterie entstehende Inductionsstrom mit dem Batteriestrom gleiche Richtung hat.

Würde man daher eine Batterie 100 mal hintereinander schließen und öffnen, so würde man in einem benachbarten Drahte 200 Ströme erzeugen, welche denselben abwechselnd in entgegengesetzter Richtung durchlaufen.

§ 24. **Inductionsrollen.** Die Stärke des Inductionsstromes hängt von der Kraft der Batterie, sowie von der Länge und der Entfernung der Drähte ab. Je näher die Drähte einander gebracht werden können, ohne dabei in leitende Verbindung zu treten, desto kräftiger werden die Inductionsströme. Diese Bedingung läßt sich am besten erfüllen, wenn man beide Drähte gut mit Seide überspinnnt, sie also völlig gegeneinander isolirt und dann gemeinschaftlich auf eine Rolle wickelt, Abb. 34. Die Enden müssen natürlich sorgfältig

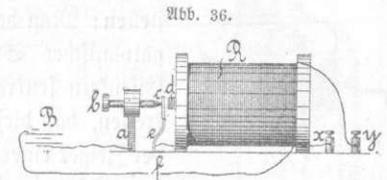


Inductionsrollen.

auseinander gehalten und die des einen Drahtes der stromerzeugenden Batterie, die des anderen demjenigen Körper zugeführt werden, dem man Inductionsströme erteilen will. Hierbei ist es nöthig, den Batteriedraht stärker zu wählen, als den Inductionsdraht. Vielfach stellt man auch getrennte Rollen her, Abb. 35, und steckt die Rolle mit Inductionsdraht A in die den Batteriedraht enthaltende Rolle B.

§ 25. **Inductionsmaschine mit Batteriestrom.** Um Inductionsströme von rascher Aufeinanderfolge zu erhalten, ist es nöthig, den Batteriestrom recht häufig zu schließen und zu öffnen. Da dieses mit der Hand nicht rasch genug auszuführen ist, so hat man hierfür besondere Vorkehrungen und

Maschinen geschaffen. Eine solche ist unter Benützung des in Abb. 32 dargestellten Apparates mit Selbstunterbrechung, wie folgt, herzustellen. Abb. 36: R sei eine Rolle, welche, wie Abb. 34, mit den beiden getrennt isolirten Drähten umwickelt ist, und von denen das eine Ende f des einen Drahtes direct zur Batterie B führt, während das andere zunächst zum Federcontact e—c und dann über b—a zur Batterie gelangt. Die beiden Enden x und y des Inductionsdrahtes werden dem Körper zugeführt, welcher die Ströme erhalten soll. In der Rolle B steckt nun ein Stab d aus weichem Eisen, der magnetisch wird, sobald der Batteriestrom sich schließt. Geschieht letzteres, so wird der aus Stahl bestehende Federcontact e—c angezogen. Sobald sich die Feder c aber d nähert, entfernt sie sich von der Spitze der Schraube b. Dadurch tritt sofort eine Unterbrechung des Stromes ein, in Folge dessen d wieder unmagnetisch wird. Dieses ist nun wieder die Ursache, daß c in die ursprüngliche Stellung zurücktritt, also wieder Berührung mit b stattfindet, und somit auch die Batterie wieder geschlossen wird. Jedesmal nun, wenn die Batterie geschlossen oder geöffnet wird, entsteht im Drahte xy ein Inductionsstrom.



Inductionsmaschine mit Batterie.

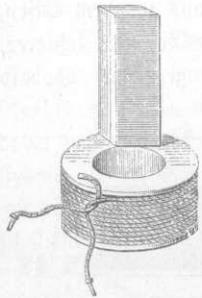
§ 26. **Gegenströme.** Die Erfahrung lehrt, daß Inductionsströme nicht nur in einem benachbarten Drahte erzeugt werden, sondern das derartige Ströme sich auch in dem Drahte bilden, durch welchen der Batteriestrom geleitet wird. Derartige Inductionsströme nennt man Extra- oder Gegenströme. Es ruft ein jeder Strom, der durch einen Draht geführt wird, in dem Augenblicke seines Entstehens, also in dem Augenblicke, wo die Batterie geschlossen wird, einen Inductionsstrom in dem eigenen Drahte hervor, der ihm entgegengerichtet ist und ihn daher schwächt. Bei Öffnung der Batterie, also bei der Unterbrechung des Stromes, entsteht mit dem Verschwinden desselben wiederum ein Inductionsstrom, der diesmal jedoch dieselbe Richtung hat, wie der Hauptstrom und deshalb auf den letzteren verstärkend einwirkt.

Hieraus erklärt es sich auch, daß in der ersten Zeit nach dem Schlusse der Batterie der Strom noch nicht die volle Stärke hat, sondern darüber  $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{5}$  Secunden vergeht. Bei langen Drahtleitungen, in denen sich auch noch Electromagneten befinden, vergeht nach dem Schließen der Batterie sogar noch eine längere Zeit ( $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$  Sec.) ehe der Strom die volle Stärke hat; sowie auch andererseits der Strom nach dem Öffnen der Kette nicht sofort wieder verschwindet.

### E. Magnetinduction.

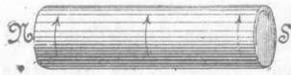
§ 27. **Entstehung und Richtung der Ströme.** Wenn man in eine Drahtspirale, deren Enden gut leitend verbunden sind, einen kräftigen Magneten setzt, Abb. 37, und denselben rasch wieder herauszieht, so entsteht in dem Drahte sowohl beim Nähern als beim Entfernen des Magneten jedesmal ein Inductionsstrom. Jeder dieser Ströme ist wieder von sehr kurzer Dauer, und beide sind, wie ein in die Leitung eingeschaltetes Galvanoscop zeigt, einander entgegengesetzt. Die Richtung dieser Inductionsströme läßt sich nach folgender Regel feststellen: Man denke sich den Magneten von einem System galvanischer Ströme umgeben, Abb. 38, welche den Eisenkern senkrecht zur Längsrichtung in der Weise umkreisen, daß dieselben beim Anblick des Südpols sich wie der Zeiger einer Uhr drehen. Sobald nun der Magnet mit dem Südpole in die Drahtrolle gesteckt wird, erscheint

Abb. 37.



in dem Drahte derselben ein Inductionsstrom, der, gemäß den früheren Sätzen, dem Strome entgegengesetzt ist, welcher dem Magneten anhaftet.

Abb. 38.

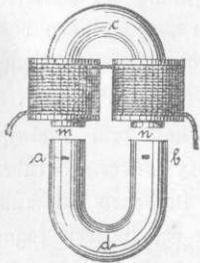


Beim Entfernen des Magneten entsteht ein Strom, der wieder andere Richtung hat, als der zuerst erzeugte Inductionsstrom.

§ 28. **Inductionsströme durch Hufeisenmagnete.** Anstatt, wie Abb. 37 zeigt den

Magneten in eine Drahtrolle hineinzustecken, kann man auch ein hufeisenförmiges weiches Stück Eisen, Abb. 39, mit Drahtspiralen umgeben und dieses weiche Eisen durch Annäherung an einen Stahlmagneten a b magnetisch machen. Wie bereits oben angeführt, wird jedes weiche Eisen dadurch an sich schon magnetisch, daß es in die Nähe eines Magneten gebracht wird. Es erzeugt daher die Annäherung des Magneten a b an das weiche Eisen m n in der auf ihm befindlichen Drahtrolle genau die Wirkung, als ob in dieselbe ein Magnet hineingesteckt wäre; d. h. es wird jedesmal bei der Annäherung, sowie bei der Entfernung der Magnetpole a und b in den auf den Enden des weichen Eisenkernes m und n befindlichen Rollen ein Inductionsstrom entstehen. Wenn man

Abb. 39.



nun den mit den Drahtrollen versehenen Eisenkern eine drehende Bewegung ertheilt, so daß die Enden der Eisenkerne den Polen des Mag-

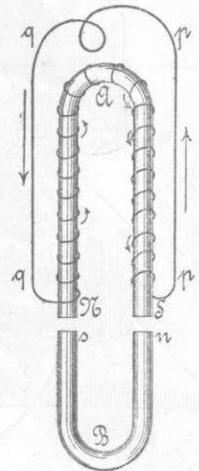
neten rasch und oft genähert und wieder entfernt werden, so erzeugt man in den Drahtspiralen eine große Anzahl Inductionsströme. Die Richtung dieser Ströme wird klar, wenn man sich vergegenwärtigt, wie die Umwicklung in den Drahtspiralen ausgeführt ist. Abb. 40 zeigt dieselbe in schematischer Weise. Nähert man nun dem Eisen A einen Magneten B, so wird dessen Südpol gegenüber im Eisenkern ein Nordpol und gegenüber dem Nordpol des Magneten ein Südpol entstehen. In Folge dessen bildet sich in dem Umwicklungsdraht eines jeden Schenkels ein Inductionsstrom und zwar wird derselbe nach den Erklärungen auf Seite 22 in beiden Schenkeln die Richtung des Pfeiles haben. Entfernt man die Enden des Hufeisens vom Magneten wieder, so muß nach Obigem wiederum in den Drahtwindungen des Eisenkernes ein Inductionsstrom entstehen, der jedoch dem bei der Annäherung sich bildenden entgegengesetzt ist.

§ 29. **Magnet-Inductionsmaschine.** Man hat nun Maschinen erbaut, die es ermöglichen das Hufeisen mit den Drahtrollen, welche im vorliegenden Falle Inductoren genannt werden, durch Rotation sehr rasch und häufig dem Magneten zu nähern und ebenso häufig wieder von demselben zu entfernen, um auf diese Weise eine große Anzahl von Inductionsströmen in den Drähten der Inductorrollen zu erzeugen.

Derartige Maschinen werden Magnet-Inductionsmaschinen genannt.

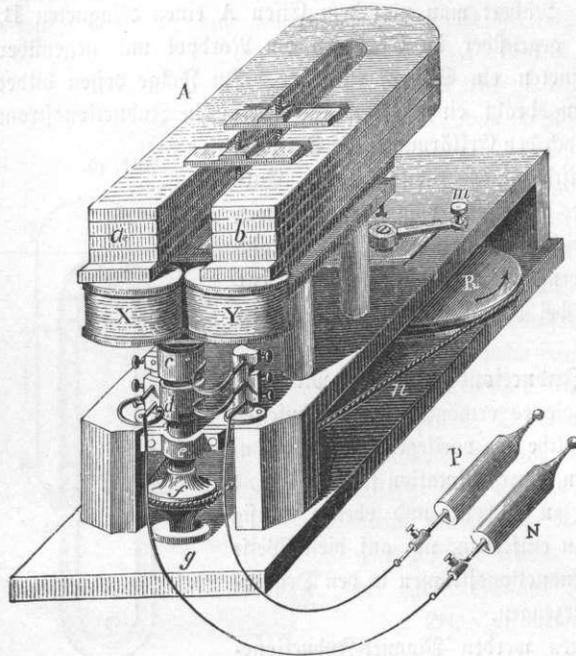
Abb. 41 zeigt eine solche in perspectivischer Ansicht. A stellt den Stahlmagneten dar, unter dessen Polen a und b sich die 2 Inductorspulen X Y befinden, welche, auf einer senkrechten Welle befestigt, durch die Kurbel m und die Rolle R und f in rasche Umdrehung versetzt werden. Da der Draht auf den beiden Rollen so gewickelt ist, wie es Abb. 40 andeutet, so entstehen in demselben, bei jeder Annäherung des Magneten, gleichgerichtete Inductionsströme. Entfernt man X von a und Y von b, so werden die in den Rollen befindlichen Eisenkerne unmagnetisch, und sofort entstehen in den Rollen wiederum Inductionsströme, welche ebenfalls gleichgerichtet, jedoch den vorhergehenden entgegengesetzt sind. Wird nun weiter gedreht, so nähert sich X dem Pol b und Y dem Pol a, wodurch wiederum Inductionsströme in den Rollen entstehen. Bezeichnet man die Richtung der Ströme, welche bei der Annäherung an die Magnete sich bilden mit +E, so müssen die bei der Entfernung derselben von den Eisenkernen in den Rollen entstehenden Ströme -E genannt werden. Bei jeder halben Umdrehung der Welle, welche die

Abb. 40.



Inductorrollen hält, entstehen somit in den Drahtspiralen 2 Paar Ströme, von denen ein Paar mit  $+E$  und das andere Paar mit  $-E$  zu bezeichnen ist.

Abb. 41.



Magnet-Inductionsmaschine.

Siemens die Magnet-Inductionsmaschine dadurch wesentlich, daß er der Inductorrolle eine günstigere Lage und eine Gestalt gab, welche es ermöglichte, die höchst inducirende Kraft der Magnetpole auszunutzen. Er gab dem Kern der Inductionswelle eine I-Form, Abb. 42, und umwickelte diese der Länge nach mit übersponenem Kupferdrahte. Diese Inductorrolle ist, wie Abb. 42 angiebt, zwischen den vorderen Enden einer größeren Anzahl Hufeisenmagnete so gelagert, daß dieselbe durch seitwärts angebrachte Zahnradübertragung in rasche Umdrehungen versetzt werden kann. Die andere Seite der Inductorlagerung ist gestaltet, wie Abb. 43 im Längenschnitt und Abb. 44 in halber natürlicher Größe in der Ansicht darstellt. Der mittlere Kern der Welle  $i$  ist rundum mit isolirendem gefirnigten Seidentaft umgeben, außerhalb desselben befinden sich die ringförmigen metallischen Stücke  $a$  und  $a'$ . Letztere Hälfte ist durch eine Schraube mit dem inneren Kern  $i$  in leitende Verbindung gebracht. Ueber und unter der Welle befinden sich die sog. Schleif-

Um nun die Ströme verwendbar zu machen, ist es nothwendig, das dieselben die gleiche Richtung erhalten. Hierzu dienen die bei  $c$  und  $d$  angebrachten Ringe, welche bei ihrer Umdrehung in Verbindung mit den auf ihnen schleifenden Haken als Stromwender wirken, den Strömen gleiche Richtung geben und sie durch die Drähte zu den Handgriffen  $P$  bzw.  $N$  weiterführen.

### § 30. Cylinder-Inductor von Siemens und Halske.

Im Jahre 1857 verbesserte Dr. Sie-

contacts  $s$  und  $s'$ , welche durch Federn stets an die Welle angebrückt werden. Das eine Ende des Drahtes der Inductionswelle  $J$  ist nun mit dem inneren Kern  $i$  der Welle verbunden; von hier führt die Leitung durch die Schraube zur äußeren Hülle  $a'$  und von dieser, bei der gezeichneten Stellung Abb. 44, über  $s'$  zum Drahte  $+E$ . Das andere Ende ist mit dem oberen Theile der Inductionswelle verbunden und leitet von hier durch ununterbrochene metallische Führung nach  $a$  und weiter über den Schleifcontact  $s$  nach  $-E$

Abb. 42.

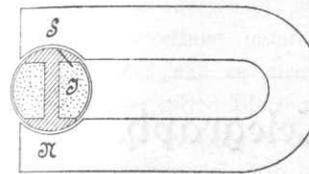


Abb. 43.

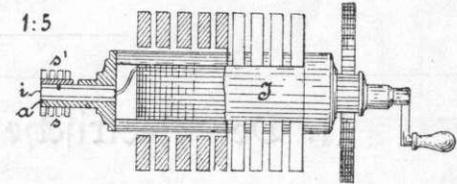


Abb. 44.

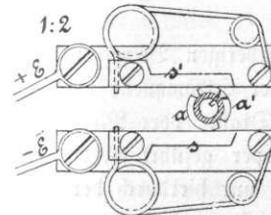
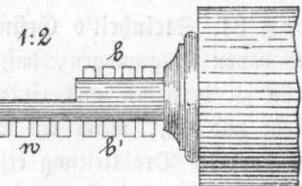


Abb. 45.



Abb. 46.



Cylinder-Inductor von Siemens &amp; Halske.

Bei der Umdrehung der Inductionswelle  $J$  tritt jedesmal eine Entfernung und gleich darauf wieder eine Annäherung der äußeren Theile des Eisenkernes an den Süd- bzw. Nordpol des Hufeisenmagneten ein, und wird einmal ein positiver, das andere mal ein negativer Inductionstrom erzeugt. Da sich mit der Inductionswelle gleichzeitig die Ringstücke  $a'$  und  $a$  drehen, so wird es ermöglicht, daß alle  $+E$  durch den oberen Schleifcontact und alle  $-E$  durch den unteren Schleifcontact ausgenommen und weiter geleitet werden.

Von den Drähten  $+E$  und  $-E$  werden die Inductionströme dorthin geleitet, wo man sie gebraucht. Im Eisenbahnbetriebe findet dieser Inductor die weiteste Anwendung bei den Block-Läutewerken und den Block-Apparaten.

Bei den Block-Apparaten und den dazu gehörigen Weckern sind jedoch die Schleifcontacts etwas anders gestaltet. Die ersteren bedürfen zu ihrem Betriebe, wie später sich zeigen wird, der Wechselströme, während die letzteren

gleich gerichtete, aber unterbrochene Ströme erfordern. Es ist deshalb für den Weckerbetrieb die Welle des Inductors halbirte, Abb. 45 und 46. Zur Aufnahme der Ströme dienen die Schleifcontacte  $w$  und können dieselben nur Ströme aufnehmen, so lange sie mit der halben Welle in Berührung sind. Dieses findet aber nur während der halben Zeit der Umdrehung statt, da, wie bereits gesagt, die Welle zur Hälfte ausgeschnitten ist. Die Contacte  $b$  und  $b'$  nehmen jedoch die Ströme auf, wie sie entstehen, also abwechselnd  $+E$  und  $-E$  und senden dieselben entsprechend weiter; beide Drähte geben somit Wechselströme.

---