

Osten nennt man „Deklination“. Auf den Kompassen findet sich meist ein Pfeil, der diese Abweichung von der nördlichen Richtung kennzeichnet. Über diesem Pfeile muß der Nordpol der Magnetnadel stehen, wenn der Norden der Windrose genau nach dem Nordpol der Erde gerichtet sein soll.

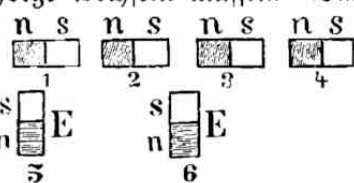
91. **Künstliche Magnete.** a. Lege ein Stück weiches Eisen (Nagel, Schlüssel) mit dem einen Ende an einen Magnetpol und halte nahe an das Eisen eine Nähnadel! Sie wird von dem Eisen angezogen. Das Eisen ist also selbst magnetisch geworden. Entferne den Magnet vom Eisen! Die Nähnadel fällt wieder ab. Das Eisen ist also wieder unmagnetisch geworden. Nimmt man statt des weichen Eisens ein Stück Stahl (Stopf- oder Stricknadel), so zeigt sich, daß der Stahl durch Berührung mit dem Magnetpole zwar schwächer magnetisch geworden ist als das weiche Eisen, daß er aber seine magnetische Kraft auch nach Entfernung des Magnets behält, was bei weichem Eisen nicht der Fall ist.

b. Man benutzt deshalb auch den Stahl zur Herstellung künstlicher Magnete. Zu diesem Zwecke bestreicht man, immer von der Mitte des Stahls anfangend, seine eine Hälfte zwanzig bis dreißigmal mit dem Nordpole des Magnets, die andre Hälfte ebenso oft mit dem Südpole, und der künstliche Magnet ist fertig. Meistens giebt man dem künstlichen Magnet die Form des Hufeisens, da so die nebeneinander liegenden Pole mit vereinter Kraft wirken können.

92. **Innere Beschaffenheit des Magnets.** Bricht man von einer magnetisierten Stricknadel ein Stück des Nordendes ab, so hat man in diesem Stücke nicht etwa nur Nordmagnetismus, sondern einen Magnet mit Nord- und Südpol. Der Nordpol liegt an dem frühern Nordende, der Südpol an der Bruchstelle. Durch wiederholtes Zerbrechen dieses Stückes lassen sich unendlich viele kleine Magnete herstellen. Daraus folgt: 1) Die Massenteilchen (Moleküle) müssen vollständige Magnete sein, jedes also Nord- und Südpol haben. 2) Die gleichnamigen Pole der Moleküle eines Magnets müssen gleich gerichtet sein.

93. **Magnetische Verteilung.** a. Nähert man den Magnet einem Gegenstande aus weichem Eisen, z. B. einem Nagel, so wird dieser selbst magnetisch und zieht wieder andre Eisenstücke an. Man kann auf diese Weise eine förmliche Kette aus Ringen bilden. Entfernt man den Magnet, so fällt die Kette auseinander. Das Eisen ist nicht etwa dadurch magnetisch geworden, daß Magnetismus von dem Magnet übergesprungen ist, sonst müßte ja der Magnet bei wiederholten Versuchen an Kraft verlieren, was nicht der Fall ist. Man nimmt deshalb an, daß in jedem Stück Eisen von Natur bereits beide Magnetismen vorhanden sind, die Massenteilchen (Molekularmagnete) aber nach allen nur denkbaren Richtungen durcheinander liegen. Durch Annäherung eines Magnets aber werden sämtliche Nordpole der Massenteilchen nach dem einen, sämtliche Südpole nach dem andern Ende des Eisens gerichtet. Diese Wirkung heißt „magnetische Verteilung“.

b. Denkt man sich nun den Magnetstab aus unendlich vielen Molekularmagneten zusammengesetzt, so kann man sich leicht vorstellen, daß Nord- und Südmagnetismus in steter Folge wechseln müssen. Das Ende, wohin alle Nordpole gerichtet sind, ist der Nordpol des Magnetstabes, das andre Ende der Südpol. Nähert man nun ein Stück Eisen (E 6) der Mitte des Magnetstabes, so nimmt es die gleiche Lage gegen den Südpol 2 s und 3 s der Moleküle ein. Die Wirkung dieser Moleküle wird daher aufgehoben, weshalb der Magnetstab in der Mitte keine Anziehung übt. (§ 89 c.) Nähert man dagegen das Eisen (E 5) dem Nordpole des Magnets, so ist es sämtlichen Nordpolen der Moleküle näher als ihren Südpolen. Deshalb wird (da sich nur ungleichnamige Pole anziehen) der Südmagnetismus in das dem Nordpole des Magnetstabes zugekehrte Ende des Eisens (5 s) gezogen, der Nordmagnetismus aber in das andre Ende (5 n) gestoßen. So entstehen die Pole.



## F. Elektrizität.

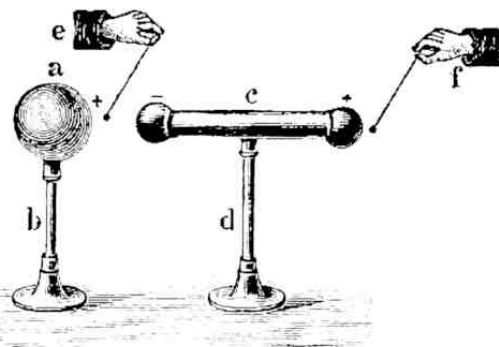
94. **Reibungselektrizität.** Reibe eine unelektrische erwärmte Glasstange kräftig mit einem Seiden- oder Wollappen! Dann halte sie über kleine Papierstückchen (Wollflocken, Sandkörner, Holzsplinter, Goldschaum)! Sofort werden diese von der geriebenen Stange angezogen, bleiben eine Zeitlang daran haften



und werden dann wieder abgestoßen. Halte die geriebene Stange über kleine Kügelchen von Binsen- oder Holundermark auf einem Bogen Papier! Sie tanzen einen Augenblick lebhaft auf und ab. Ähnliche Versuche lassen sich mit einer Siegellackstange oder mit Hartgummi (Gummifederhalter) anstellen, wenn diese Sachen mit einem Wollappen gerieben werden. Schon die Alten beobachteten diese Erscheinung am Bernstein. Sie nannten dieses Harz „Elektron“, daher die Bezeichnung „Elektricität.“ Elektrische Körper ziehen leichte unelektrische Körper an. Nähert man der geriebenen Glasstange die Fingerknöchel, so hört man ein schwaches Knistern. Im Dunkeln springt ein schwacher Funke leise knisternd aus der Glasstange gegen die nahen Finger und verursacht in ihnen ein schwaches Stechen. Zugleich macht sich ein eigentümlicher (Ozon-)Geruch bemerkbar.

**95. Glas- und Harzelektricität.** An einem seidenen Faden hängt eine Kugel aus Holundermark. Berühren wir diese mit einer geriebenen Harz- oder Siegellackstange, so wird die Kugel selbst elektrisch und vermag Papierstückchen u. dgl. anzuziehen. Nähert man ihr jetzt abermals eine Harzstange, so stößt diese die Kugel ab, während eine geriebene Glasstange sie lebhaft anzieht. Harz und Glas können also unmöglich dieselbe Elektricität besitzen; denn sonst würde nicht das Glas anziehen, was das Harz abstößt. Man unterscheidet deshalb Glas- und Harzelektricität (oder positive und negative Elektricität). Aus obigem Versuche ergibt sich das Gesetz: Gleichnamige Elektricitäten stoßen einander ab, ungleichnamige ziehen einander an.

**96. Elektrische Verteilung.** Wir nehmen eine Metallkugel (a) und einen Metallcylinder (c) zur Hand. Beide ruhen je auf einem Glasfuße (b und d), also einem Nichtleiter. Die Metallkugel berühren wir wiederholt mit einer Glasstange. Sie enthält nun positive Elektricität. Nähern wir sie jetzt dem Metallcylinder, so wird auch dieser elektrisch. Beweis: Halten wir ein an einem Seidenfaden hängendes Markkugeln, das mit einer geriebenen Siegellackstange berührt ist, an das Ende des Cylinders, das der Metallkugel zugekehrt ist, so wird das Markkugeln abgestoßen (e). Dieses Ende enthält also negative Elektricität. Von dem andern Ende dagegen wird es angezogen (f). Dieses Ende enthält also positive Elektricität. — Entfernt man den Metallcylinder von der Metallkugel, so zeigt er sich wieder vollkommen unelektrisch. Der Cylinder ist also elektrisch geworden, ohne daß ihm etwa Elektricität mitgeteilt worden ist; denn es hat ja keine Berührung stattgefunden. Folglich müssen beide Elektricitäten schon vor dem Versuche in ihm gewesen sein. Und dies ist auch der Fall. In jedem Körper sind beide Elektricitäten von Natur schon vorhanden, aber gebunden, so daß sie sich gegenseitig in ihrer Wirkung aufheben. Dadurch aber, daß dem unelektrischen Körper ein elektrischer genähert wird, werden beide Elektricitäten getrennt oder verteilt, wie man gewöhnlich sagt: die ungleichnamige wird angezogen, die andre abgestoßen. Der Körper ist durch Verteilung elektrisch geworden.



**97. Gute und schlechte Leiter.** Wir befestigen an einem seidenen Faden in einiger Entfernung (15—20 cm) voneinander 2 Holundermarkkugeln, ebenso zwei andre an einem Drahte (oder einem leinenen Faden). Jedes dieser Kugelpaare hängen wir an einem seidenen Faden auf. Berühren wir nun die eine der beiden Kugeln am Drahte mit einer geriebenen Siegellackstange, während wir der zweiten Kugel z. B. ein Wollstückchen nähern, so wird das Stückchen von der zweiten Kugel angezogen. Es zeigt sich also auch die zweite Kugel am Drahte elektrisch. Machen wir dagegen diesen Versuch bei einer der Kugeln, die durch den Seidenfaden verbunden sind, so bleibt die zweite unelektrisch. Der Draht hat also die Elektricität weiter geleitet, der Seidenfaden nicht. Bei einigen Körpern verbreitet sich die Elektricität auf der Oberfläche schnell von einem

Teilchen zum andern, bei andern nicht. Wir unterscheiden demnach gute und schlechte Leiter. Gute Leiter sind: Metalle, Leinen, Baumwolle, Kohle, Kork, Holundermark, Wasser, überhaupt alle feuchten Körper; schlechte Leiter sind: Glas, Harz, Schwefel, Seide, Haare u. a. Will man daher Elektrizität in einem Körper ansammeln oder festhalten, so muß man ihn mit Nichtleitern (Isolatoren) versehen. Gewöhnlich nimmt man dazu Glas Säulen oder, wie auf Telegraphenstangen, Porzellanpfosten.

98. **Der Elektrophor** (d. h. Elektrizitätsträger) ist geeignet, eine geringere Menge Elektrizität zu erzeugen, zugleich aber diese längere Zeit aufzubewahren. Er besteht aus dem sogenannten „Kuchen“, der auf einem „Teller“ liegt, und dem „Deckel“. Der Kuchen wird von Hartgummi oder einer Harzmasse gebildet, der Teller von einer Blechplatte oder einem mit Stanniol (dünn gewalztem Zinn) überzogenen Brettle, der Deckel von einer runden Blechscheibe oder einer ebenfalls mit Stanniol überzogenen Pappscheibe. Zum Handgriffe des Deckels dient ein Nichtleiter, z. B. ein Stab aus Hartgummi. Erwärmt man den Kuchen mäßig und schlägt ihn alsdann mit einem Fuchsschwanz, so wird er auf seiner Oberfläche stark negativ elektrisch. Bedeckt man hierauf den Kuchen mit dem Deckel, so werden die beiden im Deckel befindlichen Elektrizitäten voneinander geschieden. Die positive Elektrizität des Deckels wird von der negativen Elektrizität des Kuchens „gebunden“, d. h. an der den Kuchen berührenden Seite des Deckels festgehalten; die negative Elektrizität des Deckels dagegen wird „frei“ und sammelt sich an der andern Seite des Deckels. Berührt man den Deckel mit dem Finger, so entweicht die negative Elektrizität durch den Körper in den Erdboden. Jetzt ist also der Deckel nur mit positiver Elektrizität geladen. Hebt man ihn auf, so wird diese frei und springt als Funke in einen Leiter, z. B. in die Fingerknöchel, die man in seine unmittelbare Nähe bringt.

99. **Die Elektrifiziermaschine.** a. Die Elektrifiziermaschine dient dazu, größere Massen von Elektrizität zu erzeugen. Sie besteht 1) aus dem zu reibenden Körper, einer kreisrunden Glasscheibe, die vermittle einer Kurbel um ihre Achse gedreht werden kann; 2) aus dem Reibzeuge, 2 Lederkissen, die mit einem Amalgam (Zinn, Zink und Quecksilber) überzogen sind; 3) aus einer hohlen Messingkugel, dem Konduktor (Ansammler der Elektrizität). An dieser Kugel sind die sogenannten „Saugarme“ angebracht, 2 Holzringe, zwischen denen sich die Scheibe hindurch bewegt. Jeder Arm ist auf der der Scheibe zugekehrten Seite mit Metallspitzen versehen, die mit dem Konduktor leitend verbunden sind. Werden 2 Körper aneinander gerieben, so wird der eine positiv, der andre negativ elektrisch (§ 98). Dreht man nun die Glasscheibe so, daß sie sich durch die beiden Lederkissen bewegt, so werden die Lederkissen negativ, sie selbst aber wird positiv elektrisch. (Damit sich auf der Strecke von dem Reibzeuge bis zu der Saugvorrichtung die positive Elektrizität des Glases nicht in der Luft verliere, ist hier die Scheibe mit schlechtleitendem Wachsstaffet bedeckt.) An der Saugvorrichtung angekommen, wirkt die positive Elektrizität des Glases verteilend auf die Elektrizität des Konduktors, d. h. sie zieht die negative an, die nun durch die angebrachten Metallspitzen auf die Glasscheibe überströmt, und vereinigt sich mit ihr. Auf dem Konduktor aber bleibt positive Elektrizität zurück.

b. Nähert man die Handknöchel dem mit positiver Elektrizität geladenen Konduktor, so springen Funken über. (Will man sehr große Funken haben, so muß man das Reibzeug zur Ableitung der negativen Elektrizität durch eine metallene Kette mit dem Fußboden verbinden.) Mit dem Funkenzieher (einer hin und her schiebbaren, isolierten Metallkugel) kann man aus dem Konduktor einer starken Elektrifiziermaschine Funken von 1 m Länge ziehen. Bei Annäherung des Gesichtes



an den Konduktor haben wir das Gefühl, als ob wir in Spinnweben geraten wären. Die einzelnen Härchen sind nämlich elektrisch geworden, stoßen sich ab und spannen dadurch die Haut. Stellen wir uns auf einen Isolierschemel (hölzerne Fußbank mit gläsernen Beinen) und erfassen mit der Hand den Konduktor, so sträuben sich unsere Haare, bei Annäherung von Leitern sprühen wir Funken aus, ja, wir können so mit bloßen Fingern erwärmten Spiritus anzünden. Befestigen wir eine Stecknadel mit Wachs an der Seite des Konduktors und halten einen leichten Papierstreifen vor seine Spitze, so wird er durch die aus der Spitze ausströmende Elektrizität weggehoben. (Elektrischer Wind.)

100. **Der elektrische Funke** entsteht, wenn die Elektrizität einen Luftraum durchdringt. Man vernimmt dabei ein eigentümliches Knistern.

101. **Das Gewitter.** Was der elektrische Funke und das damit verbundene Knistern im Kleinen ist, das sind Blitz und Donner im Großen. Die Luft ist immer etwas elektrisch. Vor jedem Gewitter findet schnelle Wolkenbildung statt, besonders wenn „die Sonne sticht“. Bei der Verdichtung des Wasserdampfes zu Tropfen entwickelt sich Elektrizität, die sich in den Tropfen anhäuft. Besonders sammelt sich in den Gewitterwolken positive Elektrizität an. Nähert sich nun eine Wolke, worin sich positive Elektrizität angehäuft hat, einer andern Wolke, so zieht sie die negative Elektrizität der andern Wolke in die ihr zugekehrte Seite, und beide Elektrizitäten suchen sich zu vereinigen. Ist ihre Spannung stark genug, um die zwischen ihnen befindliche Luftschicht durchbrechen zu können, so entsteht ein elektrischer Funke, den wir Blitz nennen. Das Einschlagen geschieht dann, wenn sich eine beispielsweise mit positiver Elektrizität geladene Wolke dem Erdboden nähert. Sie zieht dann die negative Elektrizität der Erde in die der Wolke am nächsten stehenden Gegenstände, Bäume, Türme u. a., und indem sich ihre positive Elektrizität mit der negativen Elektrizität der Erde zu vereinigen sucht, durchbricht die positive Elektrizität im Blitzstrahl die Luft, und — es schlägt ein. Brennbarere Stoffe werden dabei häufig entzündet, jedoch nur, wenn sie schlecht leiten. Ist der Blitz nur schwach, so werden gute Leiter von ihm nicht beschädigt. Häufig bringt er jedoch eine Erschütterung in ihnen hervor. („Kalter Schlag“). Das Wetterleuchten rührt von entfernten Gewittern her, deren Donner man nicht hört. Der Donner selbst entsteht durch Schwingungen der Luftschichten, die der Blitz durchbricht. (S. 306 § 45.)

102. **Vorsichtsmaßregeln beim Gewitter.** Die der Wolke entgegenströmende Elektrizität folgt natürlich immer guten Leitern, namentlich dem Metalle, dem Wasser, saftreichen Bäumen u. s. w. (§ 97.) Daher beobachtet man beim Gewitter folgende Vorsichtsmaßregeln: 1) Im Freien stelle man sich nicht unter hervorragende Gegenstände (z. B. Bäume, Strohdächern), auch vermeide man die Nähe von Gewässern und größeren Tieren. 2) Ebenso hüte man sich, während des Gewitters der einzige hervorragende Gegenstand auf freiem Felde u. s. w. zu sein. Man lege sich lieber nieder. 3) Auf der Straße gehe man nicht zu nahe an die Dachrinnen oder an solche Stellen, wo eine größere Menge Wasser von den Dächern herniederstürzt. Überhaupt ist es an den Seiten der Häuser gefährlicher zu gehen als in der Mitte der Straße. 4) Im Gebäude halte man sich fern von eisernen Öfen, eisernen Fensterstangen u. s. w. 5) Besonders aber vermeide man solche Orte, wo der Körper eine Lücke in einer unterbrochenen Leitung ausfüllt, wie dies der Fall ist, wenn man z. B. unter einer Stubenuhr mit metallenen Gewichtsketten sitzt. 6) Auf dem Herde lösche man das Feuer aus; denn auch Rauch und Ruß, besonders aber die verdünnte Luft im Schornsteine sind gute Leiter.

103. **Blitzableiter.** a. Der Amerikaner Franklin ließ einst bei einem Gewitter einen Drachen steigen, dessen Spitze und Schwanz aus Eisendraht bestanden. Von diesem Drahte führte eine leinene Schnur herab, woran ein Schlüssel ge-

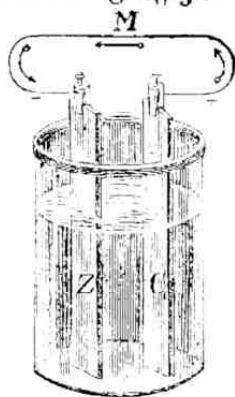


bunden war. Als Franklin während des Gewitters die Hand dem Schlüssel näherte, flogen lange Funken aus dem Schlüssel hervor. Aus der Gewitterwolke war nämlich Elektrizität in den Draht übergegangen und durch den Leinenfaden in den Schlüssel geleitet worden. Dieser Versuch führte Franklin zur Erfindung des Blitzableiters. Der Blitzableiter besteht aus 2 Stücken, der Auffangestange und der Ableitung. Die Auffangestange ist ein Eisenstab mit vergoldeter Spitze. Er ist lotrecht auf der höchsten Spitze eines Gebäudes angebracht. Die Ableitung besteht aus einem Seile von Kupferdrähten oder aus Stabeisen. Sie ist am untern Ende der Auffangestange befestigt und wird an dem Gebäude abwärts in die Erde bis zum Grundwasser (womöglich bis zu einem Brunnen oder Bache) geleitet. Wird sie in einen trocknen Boden geleitet, so ist der Blitzableiter schädlich.

b. Die Wirkung des Blitzableiters ist eine doppelte. Meistens entladet er die über ihm stehende Wolke allmählich, indem sich die aus seiner Spitze ausströmende Elektrizität mit der Elektrizität der Wolke vereinigt. So verhindert er die Anhäufung der Elektrizität in der Wolke in größerer Menge. Springt aber dennoch ein Funke über in den Blitzableiter, so wird er ohne nachteilige Wirkung in den feuchten Erdboden geleitet.

104. **Berührungselektrizität.** Lege einen Streifen von Silberblech (Löffelstiel) quer über die Zunge und einen Streifen von Zinkblech ebenso unter die Zunge (oder umgekehrt) und bringe beide an einem Ende miteinander in Berührung! Du verspürst einen sauern Geschmack. Das ist die Folge davon, daß durch die Berührung zweier Metalle in einer Flüssigkeit Elektrizität entstanden ist. Ein anderer Versuch: Wir füllen ein Trinkglas etwa  $\frac{1}{4}$  voll Wasser und gießen in das Wasser etwas englische Schwefelsäure, so daß sie ungefähr den zwölften Teil des Gemisches ausmacht. In diese so verdünnte Schwefelsäure tauchen wir eine Zink- und eine Kupferplatte, so daß die Platten einander nicht berühren. Das hervorragende Ende der beiden Platten ist mit einem mit Seide übersponnenen Kupferdrahte in Verbindung gebracht. Nähert man die beiden blank geschabten Drahtenden einander, so zeigt sich zwischen ihnen ein schwacher (oft allerdings kaum wahrnehmbarer) Funke. Sichtbarer wird der Funke, wenn man das eine Drahtende gegen eine Eisenfeile drückt, die man an dem hölzernen Hefte in der Hand hält, während man mit dem andern Drahte über die rauhe Seite der Feile hinwegfährt. Es entsteht dadurch ein förmliches Funkensprühen. Diese Erscheinung hat ihre Ursache ebenfalls darin, daß in den beiden Platten Elektrizität erregt ist. Die Elektrizität ist hervorgerufen durch die Berührung der beiden Platten mit der Flüssigkeit. Man nennt sie deshalb „Berührungselektrizität“.

105. **Galvanischer Strom.** a. Durch die Berührung der Zink- und der Kupferplatte mit der Flüssigkeit haben sich die Elektrizitäten in jeder der beiden Platten getrennt. Im Zink (s. Abb. Z) ist die negative in das hervorragende Ende entwichen und die positive in das in die Flüssigkeit getauchte Ende. Beim Kupfer (C), das nur schwach elektrisch wird, ist es umgekehrt. Die getrennten Elektrizitäten streben danach, sich wieder zu vereinigen. Dies kann jedoch da, wo die Platten sich mit der Flüssigkeit berühren, nicht geschehen, da hier die Elektrizitäten getrennt werden. Daher strömt die positive Elektrizität des Zinks durch die Flüssigkeit in das Kupfer und die Drähte, und die negative Elektrizität des Zinks durch die Drähte, das Kupfer und die Flüssigkeit zum Zink zurück. Diese Doppelströmung bezeichnet man als „galvanischen Strom“ (von Galvani, einem italienischen Arzte, der die Berührungselektrizität entdeckt hat). Gewöhnlich meint man jedoch mit dem „galvanischen Strom“ nur den positiven Strom. Die verbundene Kette nennt man „galvanische Kette“ oder „galvanisches Element“. (S. Abb.!)



b. Will man einen stärkern Strom erzeugen, so muß man eine größere Anzahl von „Elementen“ zusammensetzen, indem man die Kupferplatte des ersten Elements mit der Zinkplatte des zweiten, die Kupferplatte des zweiten mit der Zinkplatte des dritten u. s. w. durch einen Kupferdraht leitend verbindet. Auf diese Weise erhält man eine galvanische Batterie. Das Zink des ersten und das Kupfer des letzten Elements sind die Pole der Batterie. Verbindet man beide Pole durch Leitungsdrähte, so geht der positive Strom durch den Draht vom Kupfer zum Zink und der negative in umgekehrter Richtung. Die Kette ist „geöffnet“, wenn die Leitungsdrähte getrennt sind, „geschlossen“ dagegen, wenn sie verbunden sind.

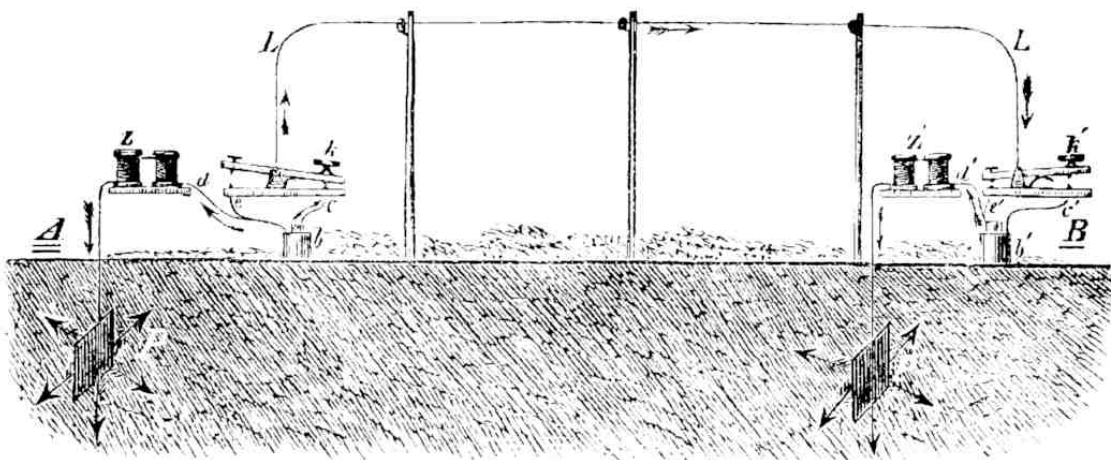
106. **Elektrisches Licht.** a. Trennt man die beiden Schließungsdrähte einer galvanischen Batterie ein wenig voneinander, so springt ein „galvanischer Funke“ über. Dieser

entsteht dadurch, daß der Strom glühende Teilchen von einem Drahtende zum andern hinüberreißt. Befestigt man an den beiden Enden der Schließungsdrähte 2 Kohlenspitzen und entfernt man sie nach kurzer Berührung wenige Millimeter voneinander, so zeigt sich ein hellleuchtender Lichtbogen. Die Kohlen werden nämlich bis zur Verflüchtigung erhitzt, und der Strom reißt jetzt glühende Teilchen der Kohlenspitzen mit sich fort, die in der Luft verbrennen und so das „elektrische Vogenlicht“ erzeugen. Dieses ist oft bei sehr starken Strömen sogar heller als das Sonnenlicht. Damit es andauernd brenne, müssen die sich abnutzenden Kohlenspitzen durch eine besondere Vorrichtung fortwährend einander genähert werden. In vielen Orten fängt man bereits an, Plätze, Straßen, Säle u. s. w. mit elektrischem Lichte zu beleuchten.

b. Durch den galvanischen Strom kann man dünne, fadenförmige Kohlenstreifen glühend machen. Dieser Umstand brachte den Amerikaner Edison auf die Erfindung der elektrischen Glühlampe. Er befestigte den Kohlenfaden zwischen 2 Platinadrähten und schloß diese mit dem Kohlenfaden in ein luftleeres Glasgefäß ein, in dessen Wand er die Platinadrähte luftdicht einschmolz. (Das Glasgefäß muß deshalb luftleer sein, damit der Kohlenfaden beim Erglühen nicht verbrennen kann.) Die Platinadrähte setzte er dann mit einer Leitung in Verbindung, und so erglühte der Kohlenfaden und verbreitete ein sehr helles Licht.

107. **Elektromagnet.** Wenn man ein hufeisenförmiges weiches Eisen mit einem von Seide übersponnenen Kupferdrahte umwickelt und die beiden Drahtenden mit den Polen des Elements verbindet, so wird der Anker (ein Stück weiches Eisen) von dem hufeisenförmigen Eisen angezogen und festgehalten. Der galvanische Strom umfließt nämlich das Hufeisen und macht es magnetisch. Sobald aber der Strom unterbrochen wird, fällt der Anker wieder ab; denn das Eisen behält seine magnetische Kraft nur so lange, als es von dem Strome umkreist wird. Ein durch einen galvanischen Strom magnetisch gemachtes Eisen heißt ein Elektromagnet. Er ist besonders für die Telegraphie von großer Bedeutung.

108. **Der Telegraph** setzt sich der Hauptsache nach aus 4 Teilen zusammen, 1) der Batterie b (b'), 2) dem Leitungsdrahte LL, 3) dem Schlüssel (mit dem Anopfe k oder k') und 4) der Schreibvorrichtung. 1) Die Batterie dient zur Erzeugung



des galvanischen Stromes. 2) Der Leitungsdraht beginnt und mündet in den einzelnen Stationen (A und B). Früher benutzte man 2 Leitungsdrähte (zur Herstellung des Stromkreises). Bald aber entdeckte man, daß ein Draht genügte, weil die Erde den andern Draht ersetzen kann. Um dieses zu ermöglichen, ist es nötig, daß in der Anfangsstation beispielsweise der negative und in der Endstation der positive Strom in die Erde abgeleitet wird. Dies geschieht dadurch, daß man an das eine Drahtende jedes Elektromagnets eine Kupferplatte (PP') lötet und in die Erde bis zum Wasserstande einsenkt. Die Erde dient dem Strome nicht etwa als Rückweg, sondern gestattet nur den Abfluß der einen Elektrizität, wodurch die Bildung neuer Ströme ermöglicht wird. (Die Drähte e und e' leiten den Strom zu dem Elektromagnet.) 3) Der Schlüssel hat den Zweck, die Verbindung des Stromes herzustellen oder zu unterbrechen. Er besteht aus einem zweiarmigen Messinghebel, der mittels einer Feder wie ein Thürdrücker leicht auf- und abwärts bewegt werden kann und in seinem Drehpunkte mit dem Leitungsdrahte verbunden ist. Jeder seiner Arme trägt an der Unterseite einen Metallstift. Gerade unter

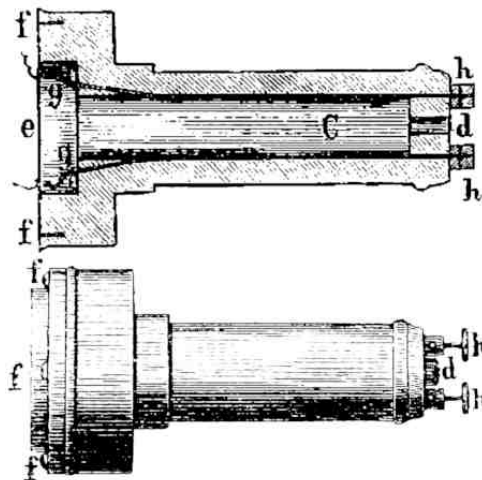


jedem der Stifte befindet sich auf einer Holzplatte *e c* (*e' c'*) ein Messingsfäulchen über *e* und *c* (*e'* und *c'*), das mit dem Leitungsdrahte verbunden ist. Für gewöhnlich ruht der Hebel, durch eine Feder gehoben, in der Lage wie bei Schlüssel *k'*. Dann ist der Strom unterbrochen, da die Batterie *b'* nur mit einem Pole der Leitung verbunden ist. Drückt man dagegen den Knopf nieder (wie bei *k*), dann ist durch den Stift unter Knopf *k* die Verbindung des Stromes zwischen Batterie *b* und Leitung hergestellt; die negative Elektrizität fließt durch *d* und *Z* nach *P* in die Erde ab, und die positive Elektrizität geht durch *c k L e' d'* und *Z'*; dadurch aber wird der Elektromagnet *Z* in Thätigkeit gesetzt. 4) Die Schreibvorrichtung setzt sich zusammen aus dem Elektromagnet *Z* (*Z'*) und einem durch Gewichte in Bewegung gesetztem Räderwerke. Durch das Räderwerk werden 2 Walzen gedreht, zwischen denen ein Papierstreifen liegt, der durch Umdrehung der Walzen fortbewegt wird. Über dem Elektromagnet befindet sich ein Anker, woran ein zweiarmiger Hebel mit dem einen Arme befestigt ist. Der andre Arm trägt oben einen spitzen Stift. Sobald nun um den Elektromagnet ein Strom geht, zieht er den Anker und mit ihm den an ihm befestigten Arm abwärts und hält ihn so lange fest, als eben der Strom andauert. Der andre Arm des Hebels hebt sich gleichzeitig in die Höhe und drückt mit dem Stifte gegen den abrollenden Papierstreifen. Hier zeichnet er einen Punkt oder Strich, je nachdem der Strom nur einen Augenblick oder längere Zeit anhält. Diese Striche und Punkte werden zu Zeichen zusammengesetzt. — . — R . — a . . i . . . f . e — . r .

109. **Multiplikator.** Wenn man die Schließungsdrähte einer galvanischen Kette waagrecht über oder unter eine Magnetnadel führt, so wird die Nadel von ihrer Richtung abgelenkt. Diese eigentümliche Wirkung des galvanischen Stroms wird noch bedeutend verstärkt, wenn man einen mit Seide überspinnenen Leitungsdraht in zahlreichen Windungen über und unter der Magnetnadel herumführt. Man nennt eine solche Vorrichtung „Multiplikator“. Durch ihn lassen sich galvanische Ströme von geringster Stärke nachweisen.

110. **Magnetelektrische Ströme.** Schiebt man den Pol eines Magnets in eine Rolle von überspinnem Kupferdrahte, dessen beide Enden mit einem Multiplikator verbunden sind, so zuckt die Magnetnadel. Entfernt man den Magnet, so zuckt sie abermals. Diese Zuckungen sind die Folge von ganz kurzen elektrischen Strömen, die im Drahte entstanden sind. Ein Magnet ruft in benachbarten und geschlossenen Leitern jedesmal in dem Augenblicke, wo er sich ihnen nähert oder von ihnen entfernt wird, elektrische Ströme hervor. Man nennt sie magnetelektrische Ströme. Wenn wir ein Stück weiches Eisen vor einem Magnetpole, der sich in einer mit einem Multiplikator verbundenen Kupferdrahtrolle befindet, hin und her schwingen, so zuckt die Nadel ebenfalls. Bei Annäherung des Eisens wird nämlich der Magnetismus des Pols verstärkt, bei der Entfernung geschwächt. Dieser Wechsel in der Zu- und Abnahme des Magnetismus aber ist es gerade, der die elektrischen Ströme in dem Kupferdrahte hervorruft. Sowohl bei Annäherung als auch bei Entfernung des Eisens entsteht ein magnetelektrischer Strom in dem Drahte. Auf diesen Strömen beruht das Geheimnis des Telephons.

111. **Das Telephon oder der Fernsprecher.** (S. Abb., obere Fig. = Längsdurchschnitt, untere Fig. = äußere Ansicht.)



Er besteht aus einem Absende- und einem Empfangswerkzeuge. In das Absendewerkzeug wird hineingesprochen, an das Empfangswerkzeug legt man das Ohr. Beide Werkzeuge sind aber vollkommen gleich gebaut und können sowohl zum Hineinsprechen als auch zum Hören gebraucht werden. In jedem Werkzeuge findet sich ein stabförmiger Stahlmagnet (*C*), der an dem einen Ende durch die Schraube *d* befestigt wird, an dem andern aber mit einer Kupferdrahtrolle *g g* umgeben ist. Die beiden Enden dieses Kupferdrahtes gehen nach den Klemmschrauben *h h* und sind mit eben-



solcher Rolle auf der Empfangsstation durch 2 Leitungsdrähte verbunden (von denen jedoch der eine, ganz wie bei der Telegraphenleitung, durch die Erde ersetzt werden kann). Gegenüber dem Ende, das von der Rolle umgeben ist, befindet sich eine dünne elastische Eisenplatte (e). Spricht man in den trichterförmigen Schallbecher (f f f) gegen die Eisenplatte (e), so gerät diese in Schwingungen, verändert unausgesetzt ihre Entfernung vom Magnet und verstärkt und schwächt dessen Magnetismus. (Warum? s. § 110!\*) Dadurch aber werden in der Drahtrolle magnetelektrische Ströme von wechselnder Stärke hervorgerufen, die sich nun durch den Leitungsdraht bis zur andern Station fortpflanzen. Hier laufen sie durch die dort befindliche Drahtrolle, umkreisen den darin liegenden Magnet und erzeugen in ihm abwechselnd stärkern oder schwächern Magnetismus. Daher kommt es, daß das vor dem Magnetpole befindliche Eisenplättchen bald stärker, bald schwächer angezogen wird und so genau in derselben Weise hin und her schwingt wie das Plättchen in der Anfangsstation. Dadurch müssen in der Endstation auch dieselben Schallwellen, mithin auch dieselben Töne und Laute wie auf der Anfangsstation erzeugt werden.

112. Das **Nordlicht**, bei uns eine seltene Erscheinung, ist besonders in nördlichen aber auch in südlichen Gegenden (daher richtiger: Polarlicht) zu gewissen Zeiten fast in jeder Nacht sichtbar. Daher trägt es sehr viel zur Erleuchtung der oft monatelangen Winternächte in jenen Gegenden bei. Es erscheint am Horizonte als heller Lichtbogen, der einen dunkeln Kreisabschnitt umschließt. Von Zeit zu Zeit strömen von dem hellen Lichtbogen rote, gelbe und violette Strahlenbüschel aus, die sich zuweilen bis über unsern Zenith (Scheitelpunkt) erstrecken. Über die Art der Entstehung des Nordlichts hat man zwar noch keine vollkommene Gewißheit erlangt; doch ist es unzweifelhaft, daß diese wunderbare Erscheinung mit dem Erdmagnetismus zusammenhängt, da das Nordlicht Schwankungen der Magnetnadel oft in großer Entfernung und schon am Tage vor seinem Erscheinen hervorruft. Ebenso übt es auf den elektrischen Strom im Telegraphen einen so großen Einfluß aus, daß die Geräte von selbst anfangen zu arbeiten und so die Beförderung von deutlichen Depeschen verhindert wird. Man nimmt an, daß sich infolge der Achsendrehung der Erde durch den Erdmagnetismus elektrische Ströme entwickeln (wie man solches auch bei einem sich drehenden künstlichen Magnet nachgewiesen hat) und daß das Ausströmen dieser Elektrizität das Nordlicht bildet.

## E. Chemie.

1. **Chemische Prozesse.** Erhize in einem Probierröhrchen unter Luftpfechtung Sägespäne! Es entweichen Rauch und brennbare Gase, und ein schwarzer Rückstand, Kohle, bleibt übrig. Wir sagen, es habe eine chemische Zerlegung stattgefunden. Stellt man süße Milch längere Zeit an die Luft, so wird sie sauer. Es hat sich mit ihr ein neuer Körper, der Sauerstoff, verbunden. In diesem Falle hat eine chemische Verbindung stattgefunden. Kohle und Rauch sind ganz andre Körper als Holz, saure Milch ist ein anderer Körper als süße Milch. Vorgänge, durch die aus verschiedenen Stoffen andre Stoffe mit ganz andern Eigenschaften entstehen, nennt man chemische Prozesse. Solche haben sich auch vollzogen, wenn die saure Weintraube süß, der Apfel faul, das Bier sauer geworden ist.

2. **Elemente.** Ein Körper, der sich nicht chemisch, d. h. nicht mehr in andre Stoffe zerlegen läßt, wie z. B. das Gold, wird Element oder Grundstoff genannt. Weitauß die meisten Körper unsrer Erde aber sind aus verschiedenen Elementen

\*) Gewöhnlich setzt man an das der Rolle zugekehrte Ende des Magneten ein Stück weiches Eisen (Anker) an, das als solches besser geeignet ist, die Stärke seines Magnetismus schnell zu verändern. Dieses Eisen taucht in die Rolle und bildet den einen Pol des Magnets.

