

## **Einführung in die Elektricitätslehre**

**Kolbe, Bruno**

**Berlin, 1893**

- I. Vortrag: Erzeugung der Elektricität durch Reibung. Geschichtliches. - Das Elektrische Pendel. Eigenschaften elektrisierter Körper. - Das Elektroskop. Der elektroskopische Zustand; ...
- 

[urn:nbn:de:hbz:466:1-82505](#)

## I. Vortrag.

Erzeugung der Elektricität durch Reibung; Geschichtliches; Eigenschaften elektrisierter Körper; Elektrisierbarkeit und Leistungsfähigkeit der Körper; Positive und negative Elektricität; Elektricität von Reiber und Reibzeug; Elektrische Spannungsreihe; Erkennung von  $+ E$  und  $- E$  am Elektroskop; Erscheinungen bei leitender Verbindung zweier Elektroskope mit gleichstarker gleichnamiger oder ungleichnamiger Ladung;  $\pm E = 0$ .

Hier lege ich Ihnen ein Stück Bernstein vor. Das ist, wie Sie wissen, vorweltliches Harz. Ich lege es auf die Schale einer sehr empfindlichen chemischen Wage und schütte auf die andere Schale so lange Sand, bis die Wage genau im Gleichgewicht ist. Nun nehme ich den Bernstein und reibe ihn an einem Stück Katzenfell — Sie sehen, diese auf dem Tisch liegenden kleinen Papierschnitzel werden stark angezogen! Was ist mit dem Bernstein geschehen? Ich reibe ihn nochmals und lege ihn wieder auf die Wage — nicht die geringste Änderung des Gewichts ist eingetreten, mithin hat der Bernstein keinen wägbaren Stoff aufgenommen oder abgegeben, er hat nur — ohne im übrigen seine Eigenschaften zu ändern — einen neuen Zustand angenommen! Wir legen das Stück Bernstein beiseite — nach kurzer Zeit ist seine Anziehungskraft merklich schwächer geworden und hört bald gänzlich auf.

Welcher Art ist dieser vorübergehende Zustand des Bernsteins? Das zu untersuchen soll nun unsere Aufgabe sein.

Geriebener  
Bernstein  
zieht leichte  
Körper an;  
dabei findet  
keine Zu-  
nahme und  
kein Verlust  
an Gewicht  
statt.

\* \* \*

Die Eigenschaft des geriebenen Bernsteins: leichte Körper anzuziehen, war schon 600 v. Ch. den alten Griechen bekannt. Sie nannten den Bernstein: „Elektron“. Aber mehr als zwei Jahrtausende galten die Versuche die man anstellte, für eine belustigende Spielerei! Erst um 1600 n. Ch. versuchte der englische Physiker Gilbert verschiedene Körper durch gegen-

Geschicht-  
liches.

Kolbe.

1

Der Name  
"Elek-  
tricität" von  
Elektron  
(Bernstein)  
1600.

seitiges Reiben auf ihre Anziehungskraft zu prüfen und fand, dass viele Körper, wie Schwefel, Glas u. a. dieselbe Eigenschaft zeigen, die er dem Bernstein zu Ehren „Bernsteinkraft“ oder „elektrische Kraft“ nannte. Seitdem ist das Wort „Elektricität“ als Bezeichnung für diese Eigenschaft gebräuchlich. (Vergl. Anh. 1). Bei weiteren Versuchen kam er zu auffallenden, weil widersprechenden Resultaten, die ihrerzeit Aufsehen machten, aber dennoch verging noch ein Jahrhundert bis (zu Anfang des XVIII. Jahrhunderts) die Gelehrten den elektrischen Erscheinungen ihre volle Aufmerksamkeit zuwandten. Nun folgten die Entdeckungen immer rascher auf einander, lavinenartig vergrösserte sich von Jahrzehnt zu Jahrzehnt die Zahl der Forscher und Experimentatoren, und als gar in unserem Jahrhundert mehrere praktische Erfindungen von weitgehendster Bedeutung (elektrisches Licht, Galvanoplastik, Telegraphie, Telephonie, auf diesem Gebiete gemacht wurden, da errang sich die Elektricität eine so hervorragende Stellung, dass besonders das letzte Viertel unseres Jahrhunderts füglich das Zeitalter der Elektricität genannt werden kann.

Wir wollen uns nun mit den elektrischen Erscheinungen bekannt machen und dabei — soweit es angeht — der historischen Entwicklung folgen. Wenn wir dann auch zu Schlüssen kommen sollten, welche sich bei weiteren Versuchen als unhaltbar erweisen, so haben wir im Geiste die ersten Forscher auf ihren Irrwegen begleitet und werden die Schwierigkeiten ermessen lernen, welche jene ersten Pioniere zu überwinden hatten, die ohne äusseren Vorteil keine Zeit und keine Mühe scheut um die Naturgesetze zu erforschen.

\* \* \*

Nach dieser Abschweifung, welche Ziel und Richtung unserer gemeinsamen Forschung andeuten sollte, kehren wir zu unserem ersten Versuche zurück, nur wollen wir uns statt des Bernsteins dieses bequemer und stärker wirkenden Stabes aus englischem Flintglase bedienen. Zum Reiben benutzen wir amalgamiertes<sup>1)</sup> Leder.

Glas und  
amalgam.  
Leder.

<sup>1)</sup> Das für elektrische Versuche gebräuchliche Amalgam ist eine Legierung von 2 Gewichtsteilen (erhitztem) Quecksilber mit 1 Teil

Ich reibe den Flintglasstab mit der amalgamierten Seite des Leders und näherte ihn den von uns benutzten Papierschnitzeln — schon aus der Entfernung von etwa 25 cm werden diese stark angezogen und sofort wieder abgeschleudert. Ich elektrisiere den Stab von neuem und näherte ihm den Knöchel meines gekrümmten Zeigefingers — bereits in 4—5 cm Abstand hören Sie ein Knistern und würden im Dunkeln kleine Funken überschlagen sehen. — Auf diesem Brettchen sehen Sie einige längliche Stückchen aus Aluminiumblatt (feinster Aluminiumfolie). Ich werfe dieselben in die Luft und näherte den elektrisierten Glasstab — fast alle diese glitzernden Metallblättchen eilen zum Stabe, um nach der Berührung weit fortgeschleudert zu werden. Ich gehe mit dem Glasstab den Blättchen nach — sie fliehen den Stab; so kann ich diese Blättchen mit dem Stabe beliebig treiben, wie Schmetterlinge flattern sie auf einen Wink meines Zauberstabes auf und nieder.

Jetzt reibe ich diesen (schwarzen) Ebonitstab<sup>2)</sup> mit einem Fuchsschwanz. Die Wirkung auf die Papierschnitzel, den genäherten Finger und die Metallblättchen ist dieselbe, nur etwas schwächer.

Nun elektrisiere ich beide Stäbe von neuem, werfe wieder die Metallblättchen in die Luft und näherte gleichzeitig beide Stäbe in paralleler Stellung (Fig. 1). Sie sehen, beide Stäbe ziehen wieder die Blättchen an um sie wieder zurückzustossen aber — — die vom Glasstab abgestossenen Blättchen

Zinn und 1 Teil Zink. Die harte grobkörnige Masse wird in einem steinernen oder eisernen Mörser zerstossen und auf einen Lederlappen gestrichen, der vorher schwach mit Talg eingerieben worden. Das amalgamierte Leder ist am wirksamsten, wenn das Fett sich bereits ins Leder eingezogen hat und, durch den Gebrauch, die nicht am Leder haftenden Amalgamstückchen abgerieben sind.

<sup>2)</sup> Ebonit ist vulkanisiertes (mit Schwefel versetztes) Kautschuk, auch Horngummi oder Kammmasse (weil zur Herstellung von Kämmen dienend) genannt.

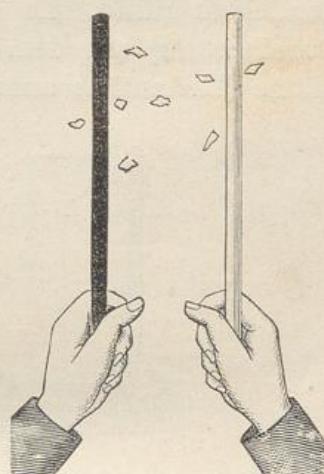


Fig. 1.  
Elektrische Anziehung  
und Abstossung.

eilen geradenwegs zum Ebonitstabe und umgekehrt, so dass zwischen beiden Stäben ein emsiger Verkehr besteht. Hin und wieder prallen einige Blättchen in der Luft aneinander, um nachher gemeinschaftlich den Weg des einen der Blättchen fortzusetzen, oder — auseinanderfahrend — ihren Flug rückwärts zu nehmen. Allmählich nimmt die Lebhaftigkeit der Bewegung ab und nach einiger Zeit hört die Wirkung der Stäbe auf.

Wie sollen wir uns diese Erscheinungen deuten?

Da die losen Papierschnitzel und Metallblättchen sich schlecht zur Prüfung eignen, so nehme ich das elektrische Pendel zu Hilfe. Es besteht aus 2 Kugeln (von etwa 3 cm Durchmesser) aus dem leichten Mark des Stengels der Sonnenblume (*Helianthus annuus*), welche vermittelst Seidenfäden an

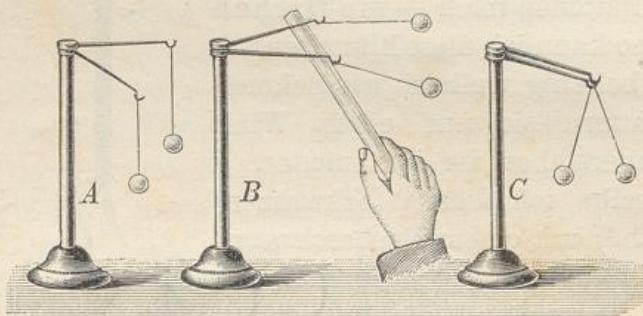


Fig. 2.

Elektrisches Pendel bekannter Konstruktion.  $\frac{1}{10}$  natürl. Grösse.

die drehbaren Arme des Gestells befestigt sind (A, Fig. 2). (Warum Seidenfäden gewählt sind, wird uns bald klar werden.)

Ich nähre den elektrisierten Glasstab den Pendeln: die Kugeln werden angezogen und nach der Berührung so stark abgestossen, dass sie beim Nachrücken des Stabes über diesem zu schweben scheinen, wobei sich die Fäden fast horizontal ausstrecken (B, Fig. 2). Entferne ich nun den Stab, so senken sich die Kugeln wieder, berühren sich aber nicht, auch wenn die Arme des Gestelles so gedreht werden, dass die Aufhängepunkte der Fäden zusammenfallen (C, Fig. 2). Offenbar findet jetzt zwischen beiden Kugeln eine ebensolche Abstossung statt, wie zwischen dem Stabe und den von ihm elektrisierten Kugeln (B, Fig. 2). In diesem Zustande ist das elektrische Pendel geladen.

Nun berühre ich die eine Kugel mit der Hand. Schon bei der blossen Annäherung übt meine unelektrische Hand eine deutliche Anziehung auf die elektrisierten Pendel aus, wie vorhin der elektrische Stab auf die noch unelektrischen Kugeln. Bei weiterer Annäherung der Hand berührt die Kugel dieselbe, fällt zurück und wird jetzt von der noch elektrischen zweiten Kugel angezogen und wieder abgestossen, aber bedeutend schwächer, als das erste Mal. Ich wiederhole den Versuch und wiederum ist die abstossende Kraft verkleinert, d. h. ihre elektrische Ladung hat abgenommen.

Wir sehen also: Die Ladung, welche dem unelektrischen Körper durch Berührung mit dem elektrischen Körper erteilt wird, geschieht auf Kosten der Ladung des letzteren.

Wiederholen wir die Versuche mit dem Ebonitstabe. Der Erfolg ist ganz derselbe. Wir können jetzt folgende Erfahrungssätze zusammenstellen:

1. Unelektrische Körper werden von elektrischen angezogen und umgekehrt.
2. Durch Berührung elektrischer Körper mit unelektrischen können diese auch elektrisch werden, und zwar auf Kosten der Ladung ersterer.
3. Zwei Körper, von denen der eine durch Berührung mit dem anderen elektrisch geworden ist, stossen sich ab.
4. Durch Berührung mit der Hand können elektrische Körper entladen (d. h. unelektrisch gemacht) werden.

Bis auf das eigentümliche Verhalten der Metallblättchen, welche zwischen dem Glas- und dem Ebonitstabe hin- und herflogen (S. 3) haben wir alle bisher beobachteten Erscheinungen auf bestimmte Grundgesetze zurückgeführt. Die Lösung dieses Rätsels müssen wir noch hinausschieben, bis wir untersucht haben, wie andere Körper sich beim Reiben verhalten.

Hier sehen Sie eine Anzahl Stäbe und Platten aus verschiedenem Material. Ich nehme zuerst eine Harzstange (Siegelack) und reibe sie mit einem Fuchsschwanz. Die Kugeln des wieder unelektrisch gemachten Pendels werden

Elektrisierbarkeit der Körper.

*stark*, d. h. aus einiger Entfernung angezogen. Dasselbe beobachten wir bei einem Stück Schwefel und bei einer Glimmerplatte. Dagegen *schwach*, d. h. nur in der nächsten Nähe von den Kugeln merkbar, ist die Wirkung bei Fischbein lufttrockenem Holz und Papier, Knochen u. s. w.; endlich *ganz unmerklich*, bei allen Metallstäben und einem Stück Speckstein. — (Glasstäbe verhalten sich sehr verschieden, einige werden gut, andere fast gar nicht elektrisch s. w. u.) Wir können mithin die untersuchten Körper in elektrisch werdende und in nicht elektrisch werdende, oder kurz: in elektrische und unelektrische Körper einteilen (Gilbert 1600). Sehen wir zu, ob diese Einteilung sich bewährt!

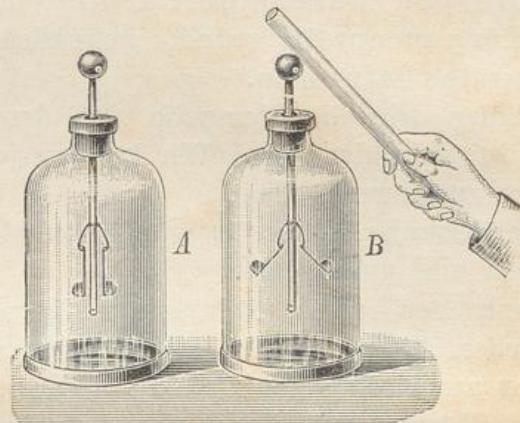


Fig. 3.  
Papier-Elektroskop.  $\frac{1}{7}$  natürl. Grösse.

Ein in vielen Fällen bequemeres Hülfsmittel, als das elektrische Pendel ist das Elektroskop (d. h. Elektricitätsprüfer), von welchem ich Ihnen zwei sehr einfache, aber für unseren Zweck brauchbare vorlege. Sie haben vor den sonst gebräuchlichen den Vorzug, dass die Stellung der Blättchen weiter sichtbar ist und dass sie auch bei starken elektrischen Ladungen nicht verderben.

Sie sehen hier (Fig. 3, A) eine breite Glasflasche, deren abgesprengter Boden durch eine (mit umgebogenem Rande versehene) Metallplatte ersetzt ist. Oben ist die Flasche durch einen Ebonitpropf geschlossen, durch den ein polierter und vernickelter Messingstab geführt ist, an welchen unten eine kleine und oben eine grössere (vernickelte) Kugel

aufgeschraubt ist. An diesen Leitungsstab sind im Inneren der Flasche zwei kleine Bügel aus feinem glattem Neusilberdraht befestigt, und an diese sind zwei Streifen aus rotem Seidenpapier angehängt, die sich leicht in den Bügel drehen können. Am unteren Ende tragen die schmalen Papierblättchen eine rechtwinklig umgebogene Verbreiterung, welche es gestattet, die Stellung der Blättchen aus grösster Entfernung zu erkennen.

Ich berühre den Kopf (die obere Kugel) des Elektroskopes mit dem elektrisierten Glasstabe — Sie sehen die Blättchen auseinandergehen (Fig. 3, B), und auch nach Entfernung des Glasstabes ihre Stellung beibehalten. Das Elektroskop ist geladen.

Berühre ich nun den Kopf oder den Ableitungsdraht mit dem Finger, so fallen die Blättchen sofort zusammen. Ganz dasselbe geschieht, wenn ich Stäbe aus Metall, feuchtem Holz oder Speckstein an dem einen Ende fasse und mit dem anderen Ende das Elektroskop (wie oben) berühre. — Jetzt berühre ich das wieder geladene Elektroskop mit einem Fischbeinstäbchen — die Blättchen senken sich langsam! Dasselbe geschieht bei einer Berührung mit lufttrockenem Holz, Papier u. s. w. — Berühre ich dagegen das geladene Elektroskop mit einem unelektrischen Ebonitstäbchen, so tritt keine Wirkung ein! Dasselbe ist der Fall bei einer Siegellackstange, einem Streifen Glimmer, Seidenfäden u. a.

Offenbar leiten diese Stoffe die Elektricität verschieden gut. — Zur Kontrolle wollen wir den Versuch in etwas abgeänderter Form wiederholen.

Ich lege auf die in entsprechende Löcher der Kugeln gesteckten Hækchen ( $a_1$  und  $a_2$ , Fig. 4) einen Messingdraht (m) und elektrisiere das eine Elektroskop (A) durch Berührung mit dem elektrischen Stabe. Sie sehen — in demselben Augenblick sind beide Elektroskope geladen und zeigen nach Entfernung des Stabes einen gleich grossen Ausschlag der Blättchen. Diesen Ausschlag bezeichnet man auch als Divergenz. Ich kann hierbei den Verbindungsdrat (m) aus beliebigem Metall und so lang nehmen, als ich will. Hieraus erkennen wir, dass die Metalle gute Leiter der Elektricität sind; ebenso der Speckstein.

Leitungsfähigkeit.

Zusammenhang zw.  
Elektrisierbarkeit und  
Leitungsfähigkeit.

Jetzt ersetze ich den Metalldraht (*m*, Fig. 4) durch ein langes Fischbeinstäbchen und lade das Elektroskop A wie vorhin — das Elektroskop B wird langsam geladen und erreicht nicht ganz den Ausschlag des Elektroskopes A. Der selbe Erfolg tritt ein, wenn ich statt des Fischbeinstäbchens einen zusammengerollten Papierstreifen oder ein Stück trockenes Holz verwende.

Wende ich längere Stäbe aus diesen Materialien an, so dauert es länger, bis das Elektroskop B geladen wird und der maximale Ausschlag, den es zeigt, wird kleiner. Hieraus folgt, dass Fischbein, trockenes Holz u. s. w. *schlechte Leiter* (Halbleiter) der Elektricität sind.

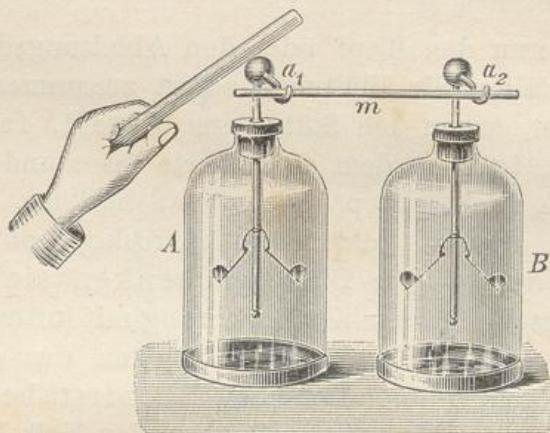


Fig. 4.

Verbinde ich endlich beide Elektroskope durch ein Stäbchen aus Ebonit, Siegellack, Flintglas, einen Streifen Glimmer, Seidenfäden u. s. w., so erfolgt gar keine Ladung des Elektroskopes B, d. h. diese Stoffe sind *Nichtleiter* oder *Isolatoren*<sup>3)</sup> der Elektricität.

Ein eigenartiges Verhalten zeigt gewöhnliches Glas. Einige Sorten isolieren recht gut (hierzu gehören manche grüne Flaschen), andere leiten besser als Fischbein. Wir kommen hierauf später zurück.

<sup>3)</sup> Vollkommene Isolatoren gibt es nicht, doch ist die Leitfähigkeit der von uns so genannten Stoffe so gering, dass wir dieselbe nur mit den allerfeinsten Hülfsmitteln nachweisen können. Für unsere Versuche können wir diese Körper als wirkliche Isolatoren betrachten.

Wir erkennen jetzt, dass die von Gilbert „elektrisch“ genannten Körper die Isolatoren sind. Wie steht es aber nun mit der Elektrisierbarkeit der Leiter?

Sie sehen hier eine dicke Platte aus Speckstein (Talk). An der einen Breitseite befindet sich ein sich schwach verjüngendes (konisches) Loch, in welches ein Ebonitstab fest hineinpasst. Ich fasse den isolierenden Handgriff am freien Ende und peitsche den Speckstein mit dem Fuchsschwanz. Hören Sie? — bei Annäherung des Fingers springen knisternde Funken über! Ich nähre den Speckstein dem elektrischen Pendel (Fig. 1 S. 3) — und die Kugeln werden stark angezogen! Der gut leitende Speckstein wird durch Reiben stark elektrisch, wenn er vor der Berührung mit der Hand durch einen isolierenden Griff geschützt ist.

Wiederholen wir den Versuch mit einer ebenfalls durch einen eingesetzten Ebonitstab isolierten Metallplatte — am genäherten Finger ist kaum ein Knistern wahrzunehmen, aber die Kugeln des elektrischen Pendels werden angezogen und ein berührtes Elektroskop wird geladen. Isolierte Stäbe aus Fischbein und anderen Halbleitern lassen sich ebenso elektrisieren, d. h.: *Alle gehörig isolierten Körper können durch Reiben (oder durch Berührung mit elektrischen Körpern) elektrisch werden<sup>4)</sup>.*

Wir sehen, die Einteilung der Körper in „elektrische“ und „unelektrische“ beruhte auf einem Irrtum.

Bei der grossen Wichtigkeit, welche Glas für die Herstellung elektrischer Apparate hat, möge es mir gestattet sein, einen Augenblick bei dem auffallenden Verhalten des gewöhnlichen Glases zu verweilen.

Verhalten verschiedener Glassorten.

Ich berühre mit diesem Glasstäbe, der einige Zeit auf dem Tische gelegen hat, das geladene Elektroskop — die Blättchen fallen ziemlich rasch zusammen, d. h. das Glas leitet! Jetzt halte ich den Glasstab auf einige Sekunden in die Flamme einer Spirituslampe — es leitet nicht mehr. Nun tauche ich den Stab in reines Wasser und lasse die anhängenden Wassertropfen ablaufen — es leitet besser, als zuvor; auch das Abwischen mit einem trockenen Tuch hilft wenig, denn eine un-

<sup>4)</sup> Hieraus wird uns auch die Rolle klar, welche der Seidenfaden beim elektrischen Pendel und der Ebonitpropf beim Elektroskop spielt.

sichtbare Wasserhaut ist zurückgeblieben. Beim Liegen an der Luft hatte sich durch den Niederschlag der atmosphärischen Feuchtigkeit eine Wasserhaut gebildet und war in der Spiritusflamme verdampft. Offenbar findet zwischen diesem (Natron-) Glase und dem Wasserdampf der Luft eine Anziehung statt. Das gewöhnliche Glas ist oft hygroskopisch.

Jetzt tauche ich den Stab aus englischem Flintglase in reines Wasser und berühre das geladene Elektroskop — Sie sehen, der Flintglasstab leitet nicht, wiewohl noch Wassertropfen daran hängen. Betrachten Sie den Stab genauer, so bemerken Sie, dass das Wasser keine gleichmässige Schicht bildet, sondern sich in einzelne unter sich nicht zusammenhängende Tropfen zusammengezogen hat. Das englische Flintglas wird also vom Wasser nicht benetzt, es ist nicht hygroskopisch. Daher seine ausgezeichnete Isolierfähigkeit. — Da der hohe Preis des englischen Flintglases die allgemeine Verwendung desselben zu elektrischen Apparaten unmöglich macht, so sucht man die hygroskopische Oberfläche des gewöhnlichen Glases vor dem Beschlagen mit der atmosphärischen Feuchtigkeit dadurch zu schützen, dass man das genügend getrocknete und erwärmede Glas mit einem nicht hygroskopischen Überzuge versieht. Darum werden Sie meistens die isolierenden Glasteile elektrischer Apparate mit Schellackfiris überzogen sehen.

---

Bisher haben wir uns darauf beschränkt, die Elektrisierbarkeit und die Leistungsfähigkeit der festen Körper in ihrem ursächlichen Zusammenhange zu untersuchen. Jetzt wollen wir einen Schritt weiter gehen und die Elektricitäten der verschiedenen Körper mit einander vergleichen.

An diesem elektrischen Pendel (Fig. 5) sehen Sie zwei verschiedene gefärbte Kugeln aus Sonnenblumenmark. Ich lade die rote Kugel (r) mit dem Glasstab und die grüne (g) mit dem Ebonitstab. Nähern ich nun den Glasstab beiden Kugeln gleichzeitig (Fig. 5), so wird die glaselektrische rote Kugel abgestossen, dagegen die mit dem Ebonitstab geladene grüne Kugel angezogen. (In Fig. 5 ist die ursprüngliche Stellung der Kugeln punktiert angegeben.)

Nähre ich statt des Glasstabes den Ebonitstab, so wird umgekehrt — die rote Kugel angezogen und die grüne abgestossen. In beiden Fällen findet eine Anziehung zwischen dem genähernten Stabe und der mit dem anderen Stabe geladenen Kugel statt (dagegen tritt, wie schon früher beobachtet, eine Abstossung ein zwischen einem Stabe und der von ihm berührten Kugel). Wir müssen also annehmen, dass in dem Glasstab und dem Ebonitstabe *zwei verschiedene Elektricitäten* hervorgerufen sind, zwischen denen Anziehung stattfindet. Damit ist die auffallende Erscheinung bei den Metallblättchen (Fig. 1) erklärt.

Wieviel verschiedene Arten von Elektricität mag es wohl geben?

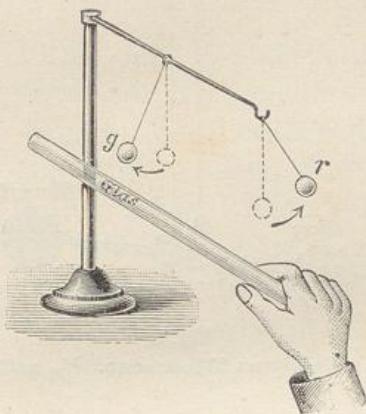


Fig. 5.  
1/10 natürl. Grösse.

Ich entlade beide Pendelkugeln und lade die eine vermittelst der an einem isolierenden Griff befestigten und mit einem Fuchsschwanz geriebenen Specksteinplatte, die andere mit einer Harzstange (Siegellack). Der den Pendeln genäherte Glasstab zieht beide Kugeln an, der Ebonitstab stösst beide ab, d. h. die im Speckstein und dem Harz durch Reiben hervorgerufenen elektrischen Zustände sind denen des Ebonits völlig gleich. Laden wir dagegen die Pendel mit einer Glimmerplatte oder einem Bergkristall, die ich ebenfalls mit dem Fuchsschwanz reibe, so verhalten sich die Pendel genau so, als wären sie mit dem Glasstabe elektrisiert worden. — So viele Körper wir auch in das Bereich unserer Untersuchung ziehen, immer erhalten wir dasselbe Resultat: *Es gibt zwei,*

Es gibt nur  
zwei Elek-  
tricitäten.

und nur zwei verschiedene Elektricitäten (Dufay 1733). Man bezeichnete beide Elektricitäten als Glaselektricität und Harzelektricität, oder nach dem Vorschlage Franklins (1747) als positive Elektricität (+ E) und negative Elektricität (- E). Als Gesetz gilt:

*Gleichnamige Elektricitäten stossen sich ab, ungleichnamige ziehen sich an!*

Sie werden nun fragen: Wie steht es mit dem zum Reiben benutzten Stoffe, dem sogenannten Reibzeug? Diese Frage ist ganz am Platz und wir wollen sie sogleich erledigen.

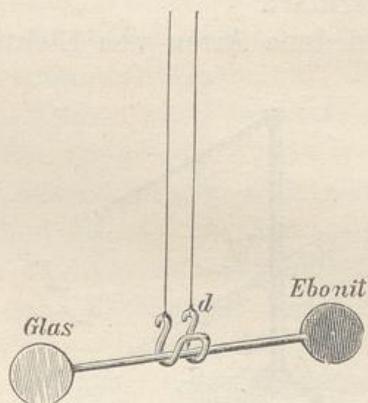


Fig. 6.  
Elektrische Nadel von Wiedemann.  $\frac{1}{10}$  natürl. Grösse.

Besonders geeignet für diesen Zweck ist die elektrische Nadel (Fig. 6.) Hier sehen Sie zwei dünne, hohle, also recht leichte Ebonitröhren. In die eingesägte Kerbe ist bei dem ersten Stabe an dem einen Ende eine runde Glasscheibe, am anderen eine ebensogrosse Ebonitplatte vermittelst Siegellack festgekittet. Beim zweiten Stabe sind in gleicher Weise zwei dünne Holzbrettchen befestigt, von denen das eine mit amalgamiertem Leder, das andere mit Katzenfell überzogen ist.

Blicken Sie zur Decke dieses Zimmers auf, so werden Sie an ihr eine Holzleiste bemerken, in welche ein Doppelhaken eingeschraubt ist. Von diesem hängen zwei Seidenfäden herab, die einen Drahtbügel (d, Fig. 6) tragen. — Jetzt reibe ich die Glasscheibe mit dem amalgamierten Leder, die Ebonitplatte am Katzenfell und hänge den Stab mit den beiden Platten so im Bügel auf, dass die elektrische Nadel horizontal steht.

Nähre ich das amalgamierte Leder der elektrischen Nadel, so wird die Ebonitplatte abgestossen, und die Glasplatte angezogen, mithin ist das amalgamierte Leder negativ elektrisch ( $-E$ ); das Katzenfell dagegen stösst die Glasscheibe ab und zieht die Ebonitplatte an, ist also positiv elektrisch ( $+E$ ). Jetzt streiche ich mit dem amalgamierten Leder über den Speckstein. Dieser wird negativ und das amalgamierte Leder positiv elektrisch, während es beim Reiben mit Glas  $-E$  zeigte. Wir sehen hieraus folgendes:

1. Der geriebene Körper und das Reibzeug haben entgegengesetzte Elektricität.

2. Ein Körper B, der mit dem Körper A gerieben negativ elektrisch wird, kann mit dem Körper C gerieben positiv elektrisch werden.

So wird z. B. Ebonit mit Raubtierfellen, Wolle u. a. gerieben negativ, dagegen mit amalgamiertem Leder gerieben, positiv elektrisch. Sogar die Oberflächenbeschaffenheit der Körper übt unter Umständen einen Einfluss aus. Rauhe Flächen neigen mehr dazu, negativ elektrisch zu werden, als glatte. (Poliertes Glas mit Flanell gerieben erhält  $+E$ , mattes dagegen  $-E$ ; glattgeschliffene Ebonitflächen zeigen mit gewissen Ledersorten oder mit Albuminpapier gerieben  $+E$ , während rauhe Flächen auch jetzt noch  $-E$  zeigen.)

Wenn wir eine grössere Anzahl von Körpern aneinander reiben und sie dann so ordnen, dass an das eine Ende der Reihe der Körper zu stehen kommt, welcher mit allen folgenden gerieben, stets  $+E$  zeigt, und die Reihe mit dem Körper schliessen, der mit allen vorhergehenden gerieben nur  $-E$  annimmt, so können wir die übrigen Körper so einfügen, dass jeder Körper mit dem in der Reihe vorhergehenden gerieben negativ, mit dem folgenden aber positiv elektrisch wird. Auf diese Weise erhalten wir die sogenannte

#### Spannungsreihe:

+	engl. Flintglas	Glimmer	Raubtierfell	gewöhnl. Glas	Flanell	mattes Glas	Seide	Baumwolle	Lein	.....	Metalle	Kork	Harze	Ebonit	amal. Leder	Speckstein	
---	-----------------	---------	--------------	---------------	---------	-------------	-------	-----------	------	-------	---------	------	-------	--------	-------------	------------	--

Im allgemeinen werden zwei Körper beim Reiben um so stärker elektrisch, je weiter sie in der Spannungsreihe von einander abstehen, also am stärksten die Endglieder, doch ist unter sonst gleichen Umständen, ein biegsames Reibzeug bei einem starren Reiber wirksamer. Daher ist das beste Reibzeug für Glas das amalgamierte Leder und für Speckstein oder Ebonit ein Raubtierfell.

\*     \*     \*

Wir wollen jetzt die Wirkung untersuchen, welche beide Elektrizitäten auf einander haben.

Ich lade das eine Elektroskop (A), vermittelst des elektrisierten Glasstabes, mit + E, das andere (B), vermittelst des

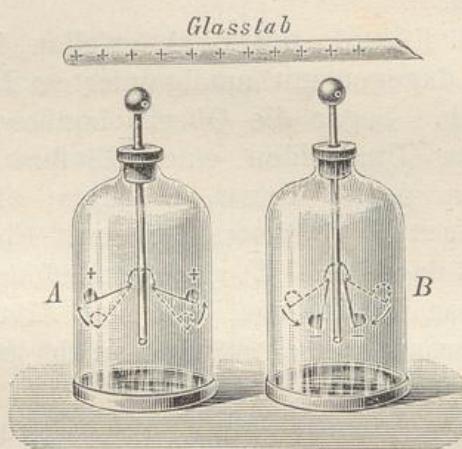


Fig. 7.  
Erkennung von + E und - E am Elektroskop.

elektrisierten Ebonitstabes, mit - E. Nähre ich jetzt den Glasstab von oben den beiden Elektroskopen gleichzeitig, so sehen Sie (Fig. 7): Die Blättchen des mit dem Glasstab gleichnamig (+ E) geladenen Elektroskopes A gehen noch weiter auseinander, die des ungleichnamig (mit - E) geladenen Elektroskopes B fallen zusammen! (In Fig. 7 ist die ursprüngliche Lage der Blättchen punktiert, die spätere durch ausgezogene Linien bezeichnet.)

Dasselbe findet statt, wenn wir den elektrisierten Ebonitstab, statt des Glasstabes, nähern, nur tauschen die beiden Elektroskope ihre Rollen.

Auf diese Weise haben wir ein bequemes Mittel gefunden, um die Art der Elektricität eines beliebigen Körpers zu bestimmen. Wir brauchen nur den zu prüfenden Körper langsam<sup>5)</sup> einem mit bekannter Elektricität geladenen Elektroskop zu nähern: *Bewirkt die langsame Annäherung des Probekörpers eine Vergrösserung des Ausschlages der Blättchen, so hat der Probekörper dieselbe Elektricität, wie das Elektroskop, dagegen die entgegengesetzte Elektricität, wenn die Blättchen zusammenfallen<sup>6)</sup>.*

Oft kann es wünschenswert sein, die Art der Elektricität eines schon geladenen Elektroskopes zu erkennen. In diesem Falle werden wir natürlich einen Körper von bekannter Elektricität langsam dem Elektroskop nähern. Unsere Regel bleibt dieselbe.

Ich lade beide Elektroskope mit  $+E$ , so dass die Ausschläge gleich sind und verbinde die beiden Kugeln durch einen feinen Draht, der in der Mitte einen isolierenden Handgriff hat — Sie sehen keine Wirkung. Dasselbe ist der Fall, wenn beide Apparate gleich stark mit  $-E$  geladen sind, d. h.: Werden zwei gleiche Elektroskope mit Elektricität derselben Art gleich stark geladen, so geht keine Elektricität von dem einen auf den anderen Körper über.

Ich lade nun das Elektroskop A mit  $+E$  und das andere mit  $-E$ , und zwar so, dass der Ausschlag (die „Divergenz“) der Blättchen bei beiden gleich gross wird. Da beide Apparate ganz gleich gebaut sind, so dürfen wir annehmen, dass beide Elektroskope gleichviel Elektricität enthalten. Ich nehme

$$\pm E = 0.$$

<sup>5)</sup> Die langsame Annäherung des Probekörpers ist wichtig, weil wir sonst, bei Anwendung eines zu stark entgegengesetzt-elektrischen Körpers, das anfängliche Zusammenzucken der Blättchen leicht übersehen und das bei weiterer Annäherung erfolgende Weiterauseinandergehen derselben falsch deuten könnten.

<sup>6)</sup> Das Auseinandergehen der Blättchen bildet (bei sorgsamer Ausführung!) ein zuverlässigeres Kriterium, als das Zusammenfallen, indem schon die Annäherung eines unelektrischen Leiters, z. B. der Hand, ein geringes Zusammenfallen der Blättchen bewirken kann. Der Grund dafür wird uns später, durch die Influenzerscheinungen, klar werden.

wieder den isolierten Draht (d, Fig. 8) und berühre damit beide Elektroskopkugeln, wodurch eine leitende Verbindung zwischen den beiden entgegengesetzt elektrischen Körpern hergestellt ist — Sie sehen: Bei beiden Elektroskopen sind die Blättchen

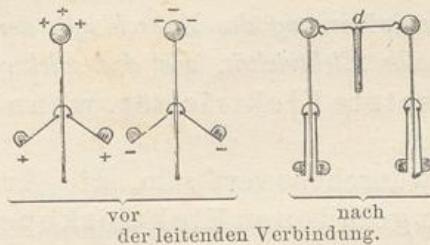


Fig. 8.

ganz zusammengefallen, d. h. die Apparate sind unelektrisch geworden. Wir sehen hieraus: *Gleiche Mengen positiver und negativer Elektricität heben sich auf (neutralisieren sich)*, was wir kurz so ausdrücken können

$$\pm E = 0.$$