



Lehrbuch der Experimentalphysik

Lommel, Eugen von

Leipzig, 1908

180. Ansammlungsapparate (Kondensatoren)

[urn:nbn:de:hbz:466:1-83789](https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:hbz:466:1-83789)

Leiter entgegengesetzte Elektrizitäten in wachsender Dichte an, bis schließlich die Spannung in den isolierenden Luftsichten zwischen ihnen so groß wird, daß ein Zerreißen des Isolators eintritt. In dem entstandenen leitenden Kanale findet ein Ausgleich der Ladungen statt, und dabei wird die Luft bis zum Glühen erhitzt, indem die Energie der aufgesammelten Ladungen sich in Wärme umsetzt. Ist der zweite Leiter zur Erde abgeleitet, so entladet sich der erste Leiter durch den Funken hindurch.

Der Abstand, in dem die Funkenbildung eintritt, die sogenannte Schlagweite, hängt von der Differenz der Spannungen oder der Potentiale ab, die zwischen den Leitern besteht. Zur Messung der Schlagweite bedient man sich des Funkenmikrometers von Rieß (1837). Dieses besteht aus zwei Metallkugeln auf isolierenden Trägern aus Glas oder Hartgummi, von denen der eine feststeht, während der andere auf einem Schlitten längs eines Maßstabes mittels einer feinen Mikrometerschraube verschoben werden kann. Die Schlagweite ist der Spannung bei kleinen Entfernungen angenähert proportional. Doch gilt diese Beziehung nicht genau; vielmehr wächst die Schlagweite etwas stärker als die Spannung. Sie hängt außerdem von der Krümmung der Flächen ab, zwischen denen der Funke überspringt, und vor allem von der Art und dem Zustande des Gases, in dem der Funke sich bildet. Zwischen Kugeln von 1 cm Radius beträgt in Luft von gewöhnlichem Druck und mittlerer Temperatur das Funkenpotential bei 1 mm Abstand der Kugeloberflächen 15,7, bei 5 mm 58, bei 10 mm 104 elektrostatische Einheiten oder 4710, 17 400, 31 200 Volt. Auf Grund dieser Beziehung kann man Potentialdifferenzen messen mittels der Schlagweite, die sie zu durchbrechen vermögen.

Wird an ein Funkenmikrometer die kleinste Potentialdifferenz angelegt, bei der die gegebene Schlagweite durchbrochen wird, so entsteht gleichwohl der Funke nicht sofort, sondern erst nach einiger Zeit. Man nennt diese Erscheinung die elektrische Verzögerung. Gewisse Einwirkungen, die die elektrischen Eigenschaften der Luft verändern, heben die Verzögerung auf.

180. Ansammlungsapparate (Kondensatoren). Wenn man bei dem Influenzversuch Fig. 146 die influenziende Kugel mit einem Elektroskop verbindet und dann den isolierten Zylinder der Kugel nähert, so sieht man den Ausschlag der Elektroskopblättchen zurückgehen. Durch die Rückwirkung des influenzierten Körpers auf den influenziierenden tritt eine Änderung in der Verteilung der Elektrizität auf der Kugel ein. Die gegebene Ladung sammelt sich in größerer Dichte auf der dem influenzierten Körper zugewandten Seite; die Dichte vermindert sich daher auf der abgewandten Seite und auf dem Elektroskop. Da der Ausschlag der Blättchen ein Maß der Spannung oder des Potentials des mit dem Elektroskop verbundenen Leiters ist, so sehen wir, daß das Potential des Leiters durch die Annäherung des Zylinders sinkt. Um die Kugel wieder auf das ursprüngliche Potential zu bringen, muß man die Elektrizitäts-

menge auf ihr durch Zufuhr neuer Ladung vermehren. Durch die Annäherung des Leiters hat sich also offenbar die Kapazität der Kugel vergrößert. Verbindet man gleichzeitig den Zylinder mit einem Elektroskop, so sieht man dessen Blättchen um so weiter auseinandergehen, je näher man den Zylinder der Kugel bringt. Das Potential des influenzierten Leiters also steigt, wenn es der Kugel genähert wird. Bringt man nun das Potential des Zylinders auf Null, indem man ihn mit der Erde verbindet, so tritt eine weitere Veränderung in der Verteilung der Ladung auf der Kugel ein. Die Blättchen des Elektroskops, das mit der Kugel verbunden ist, gehen abermals stark zurück, und um den ursprünglichen Ausschlag wieder zu erhalten, muß man von neuem die Ladung der Kugel vermehren. Durch Ableitung des influenziierenden Körpers ist also die Kapazität der Kugel noch weiter vergrößert worden.

Die Kapazität eines Leiters ist also nicht bloß von seiner Größe und Gestalt, sondern auch von seiner Lage zu anderen Körpern abhängig, und sie wird beträchtlich vergrößert, wenn man ihn anderen mit der Erde verbundenen Leitern nähert. Nach diesem Prinzip kann man sich Leiter von großer Kapazität herstellen, die dazu dienen, elektrische Ladungen in größerer Menge anzusammeln.

Zwei Metallplatten, welche durch eine nichtleitende Schicht (Luft, Glas, Schellack usw.) getrennt sind, und deren eine mit der Elektrizitätsquelle, die andere mit der Erde verbunden wird, bilden also einen Ansammlungsapparat oder Kondensator, mittels dessen sich die Elektrizität in größerer Menge anhäufen und verdichten läßt, als auf einer Platte allein möglich wäre; jene Platte heißt die Kollektor-, diese die Kondensatorplatte.

Zur Demonstration der sammelnden Wirkung bedient man sich zweier vertikaler Platten, deren isolierende Träger auf einer Schlittenführung ruhen, so daß man den Plattenabstand bequem ändern kann, während die Platten einander stets parallel bleiben. (Luftkondensator, R. Kohlrausch, 1833.)

Die Anordnung der Kraftlinien im Felde eines Plattenkondensators wird durch Fig. 149 dargestellt. Indem sich die Ladungen auf den einander zugekehrten Seiten der Platten ansammeln, verlaufen die Kraftlinien zwischen den Platten in großer Dichte und parallel zueinander; es entsteht hier also ein homogenes Feld von großer Stärke. Daraus ergibt sich zugleich, daß die Kapazität eines Kondensators der Oberfläche der Platten direkt, ihrem Abstande umgekehrt proportional ist.

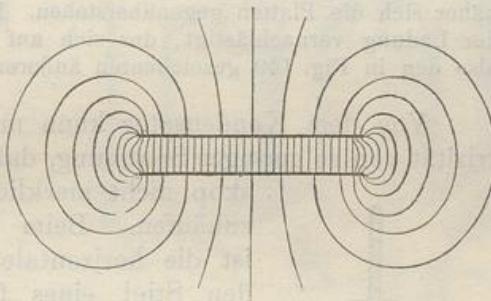


Fig. 149.
Plattenkondensator.

Ist nämlich V das Potential der Kollektor-, V' dasjenige der Kondensatorplatte, und d die Dicke der Luftsicht dazwischen, so ist $(V - V')/d$ das Potentialgefälle von der ersten zur zweiten Platte, also die Kraft, welche die Elektrizität von jener gegen diese zu treiben strebt. Diese Kraft wird aber auch ausgedrückt durch $4\pi\delta$, wenn δ die Dichte der dort vorhandenen Elektrizität bezeichnet. Es muß also

$$4\pi\delta = \frac{V - V'}{d}$$

sein. Da d konstant ist und $V - V'$ als Spannungsunterschied zwischen zwei Niveauflächen ebenfalls, so ist auch δ konstant, und $E = S\delta$ ist die auf der inneren Oberfläche S der Platte angesammelte Elektrizitätsmenge. Multipliziert man nun die vorige Gleichung beiderseits mit S und dividiert mit 4π , so erhält man

$$E = \frac{S}{4\pi d} (V - V'),$$

oder, wenn die Kondensatorplatte zur Erde abgeleitet ($V' = 0$) ist:

$$E = \frac{S}{4\pi d} V.$$

Die Kapazität des Kondensators ist demnach $\frac{S}{4\pi d}$; sie ist um so größer, je näher sich die Platten gegenüberstehen. Bei dieser Ableitung ist derjenige Teil der Ladung vernachlässigt, der sich auf der Außenseite der Platten befindet, also den in Fig. 149 gezeichneten äußeren Verlauf der Kraftlinien bedingt.

Von dem Kondensator kann man Gebrauch machen, um Elektrizität von so geringer Spannung, daß sie unmittelbar auf das Elektroskop nicht merklich wirkt, in meßbarer Menge anzuhäufen. Beim Kondensator von Volta (1782)

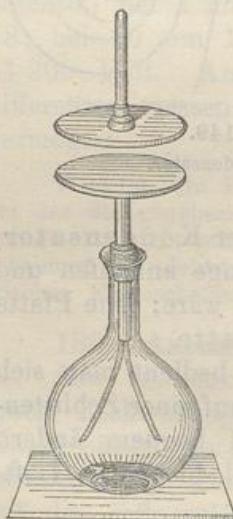


Fig. 150.
Goldblatt-Electroskop
mit Kondensator.

ist die horizontale Kollektorplatte unmittelbar auf den Stiel eines Goldblatt-Ektroskops (Fig. 150) aufgeschraubt, während die Kondensatorplatte mittels eines isolierenden Glasstiels auf sie aufgesetzt werden kann. Auf den einander zugekehrten Flächen sind die Platten gefirnißt und demnach durch eine dünne Harzschicht voneinander getrennt. Bringt man die untere Platte mit einem schwach elektrischen Körper in Verbindung und berührt die obere ableitend mit dem Finger, so verdichten sich die beiden entgegengesetzten Elektrizitäten auf den einander zugekehrten Flächen der Platten zu beiden Seiten der Firnischicht, bis auf der Kollektorplatte das Potential jenes Körpers erreicht ist. Hebt man dann die obere Platte ab, so verbreitet sich die in der unteren Platte zunächst der Harzschicht angehäufte Elektrizitätsmenge über den ganzen Metallkörper des Elektroskops, und lädt denselben, da seine

Kapazität nach Entfernung der Kondensatorplatte wieder auf die ursprüngliche geringe Größe herabgesunken ist, zu weit höherer Spannung, als dem zu prüfenden Körper eigen war, was sich durch Auseinanderweichen der Goldblättchen verrät.

181. Leidener Flasche. Franklinsche Tafel. Um die Elektrizität starker Quellen, z. B. der Elektrisiermaschine, in größerer Menge anzusammeln, dient die Leidener oder Kleistsche Flasche (Kleist, 1745, Cunaeus, 1746). Sie besteht aus einem Glasgefäß, welches innen und außen bis etwa handbreit vom Rande mit Stanniol (Zinnfolie) beklebt ist, und bildet somit einen Kondensator mit Glas als isolierender Zwischenschicht. Der nicht mit Stanniol bekleidete obere Teil des Gefäßes ist behufs besserer Isolierung gefirnißt; durch einen ebenfalls gefirnißten Holzdeckel geht ein oben in eine Kugel endigender Metallstab, welcher unten mit der inneren Belegung in leitender Berührung steht.

Die Flasche wird geladen, wenn man die eine Belegung, gewöhnlich die innere, mit der Elektrizitätsquelle (Konduktör der Elektrisiermaschine, Deckel des Elektrophors) verbindet, und die andere Belegung zur Erde ableitet, was für die äußere Belegung ohnehin schon stattfindet, wenn die Flasche auf leitender Unterlage steht. Die beiden Elektrizitäten, die zugeleitete (z. B. positive) innen, die negative Influenzelektrizität auf dem äußeren Beleg, stehen sich auf den zugewendeten Seiten der Belege gegenüber, jene mit der Spannung des Konduktors, diese ohne Spannung (mit dem Potential Null), und sind bestrebt, sich miteinander zu vereinigen, was auch manchmal, wenn die Glaswand der in ihr wirkenden elektrischen Spannung nicht zu widerstehen vermag, unter Durchbohrung derselben geschieht, wodurch die Flasche natürlich unbrauchbar wird. Je größer die Oberfläche der Belegung ist, desto größer ist das Fassungsvermögen der Flasche, und um so größere Elektrizitätsmengen kann man in ihr anhäufen. Anstatt einer sehr großen Flasche, welche unbequem sein würde, bedient man sich der elektrischen Batterie (Fig. 151), welche aus mehreren Leidener Flaschen derart zusammengestellt ist, daß alle äußeren Belegungen einerseits und alle inneren Belegungen andererseits miteinander verbunden sind.

Der Fortgang der Ladung kann verfolgt werden durch Beobachtung des Henleyschen Quadrantenelektroskops (1774), das auf den Konduktör oder die Batterie selbst gesteckt wird. Es besteht aus einem vertikalen Metallsäulchen, an welchem aus der Mitte eines

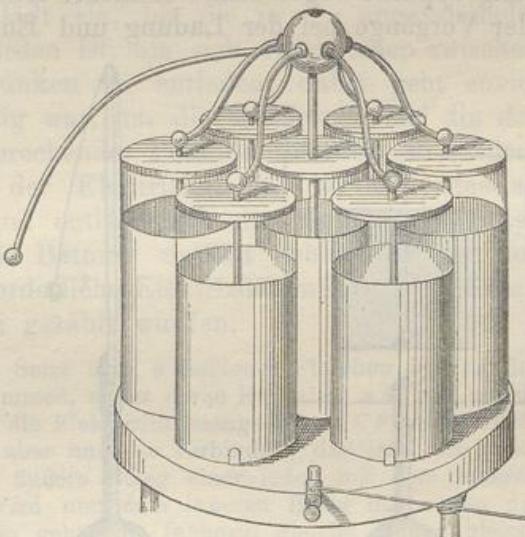


Fig. 151.
Elektrische Batterie.