



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lehrbuch der Experimentalphysik

Lommel, Eugen von

Leipzig, 1908

170. Spannungstheorie des elektrischen Feldes

[urn:nbn:de:hbz:466:1-83789](#)

Bedeutet δ die elektrische Dichte, so ist die elektrische Kraft an der Oberfläche $= 4\pi\delta$ (166). Befände sich die Elektrizitätsmenge δ in einem Felde von der Stärke $4\pi\delta$, so wäre die Kraft, die auf sie wirkte, $= 4\pi\delta^2$. Für die Ladung δ auf der Oberfläche des Leiters befindet sich aber das Feld von der Stärke $4\pi\delta$ nur auf der einen Seite der Ladung; auf der anderen Seite, nach dem Innern des Metalls, ist die Feldstärke null. Aus diesem Grunde ist die Kraft, die auf die Ladung δ wirkt, nur halb so groß; der elektrostatische Druck ist $= 2\pi\delta^2$.

170. Spannungstheorie des elektrischen Feldes. Die Tatsache, daß ein elektrisch geladener Körper, auch wenn er sich frei im isolierenden Raum, fern von anderen Körpern befindet, einer Kraftwirkung unterliegt, die als ein nach außen gerichteter Zug an allen Elementen seiner Oberfläche angreift, führt in anschaulicher Weise zu der Vorstellung, daß im elektrischen Feld ein Spannungszustand besteht, der die Ursache der mechanischen Kraftwirkungen ist, welche elektrische Ladungen aufeinander ausüben. Wir haben die gleiche Anschauung bereits oben für das magnetische Feld kennen gelernt (136) und wir können alles, was wir dort über die Auffassung der magnetischen Kraftwirkungen nach den Anschauungen Faradays entwickelt haben, hier auf das elektrische Feld übertragen. Denn die magnetischen und die elektrischen Felder zeigen ja in bezug auf die Art der mechanischen Wirkungen, den Gegensatz der positiven und negativen Pole bzw. Ladungen, und den im Kraftfluß sich ausdrückenden Gesetzmäßigkeiten vollkommene Übereinstimmung. Anstatt also die elektrischen Kräfte als Fernkräfte anzusehen, die unvermittelt zwischen den elektrisierten Körpern wirksam sein sollen, wie man es früher angenommen hatte, kann man sie sich durch Spannungen im Isolator vermittelt denken, durch Zugwirkung in Richtung der Kraftlinien und Druckwirkung senkrecht dazu. Ist nur ein einziger geladener Körper vorhanden, so verteilen sich die auf die Oberfläche wirkenden Feldspannungen so, daß sie sich an dem Körper das Gleichgewicht halten, ihn also nur auszudehnen, aber nicht fortzubewegen suchen. Bringt man aber den geladenen Leiter in das Feld eines zweiten geladenen Körpers, so tritt eine andere Verteilung der Zugspannungen und entsprechend der elektrischen Dichte auf der Oberfläche ein und die Spannungen setzen sich zu einer Kraft zusammen, die den Körper nach dem zweiten Körper hin- oder von ihm forttreibt, je nachdem die beiden Körper ungleichnamig oder gleichnamig geladen sind. Die Fig. 128 und 129 veranschaulichen uns für diese beiden Fälle den Verlauf der Kraftlinien und der Feldspannungen für das elektrische Feld ebenso wie für das magnetische.

An der Oberfläche des geladenen Körpers hat der elektrostatische Druck, d. h. die auf die Flächeneinheit wirkende Kraft den Betrag $2\pi\delta^2$ (169), wenn δ die elektrische Dichte bedeutet. Da die Feldstärke $E = 4\pi\delta$ ist, so kann man die Zugspannung an der Oberfläche auch durch $\frac{1}{8\pi}E^2$ ausdrücken. Diese Form des Ausdrucks gilt allgemein und gibt für einen beliebigen Punkt eines elektrischen Feldes, an dem die Feldstärke E herrscht, die Größe des in Richtung

der Kraftlinien wirkenden Zuges und des senkrecht zu ihnen wirkenden Druckes an.

Auch in bezug auf das Medium, das man als den Träger der Feldspannungen anzusehen hat, müssen wir für das elektrische Feld die gleichen Schlüsse ziehen, wie für das magnetische (136). Denn auch die elektrischen Kräfte sind nicht bloß in Luft oder einem anderen Isolator, sondern auch im denkbar leersten Raume wirksam. Sollen sie also durch einen Spannungszustand übermittelt werden, so muß dieser Zustand in einem Medium bestehen, das man sich auch im leeren Raum als vorhanden denken kann, also wiederum im Lichtäther. Nach diesen Überlegungen haben wir uns den Äther als ein Medium vorzustellen, in dem zwei verschiedene Spannungszustände möglich sind, der eine dem magnetischen, der andere dem elektrischen Kraftfelde entsprechend. Daß in dieser Annahme keine Unmöglichkeit liegt, zeigen die Erscheinungen der elektrischen Ströme und der Induktion (s. u.), an denen wir den Zusammenhang der beiden Zustände und die Möglichkeit der Umwandlung des einen in den anderen kennen lernen werden.

171. Energie der elektrischen Ladung. Wird ein anfangs unelektrischer isolierter Leiter geladen, so wird für jede später zugeführte Elektrizitätsmenge, indem sie von der bereits vorhandenen Elektrizität Abstoßung erfährt, eine stets wachsende Arbeit erfordert, indem das Potential des Körpers von seinem Anfangswerte Null bis zu seinem Endwerte V zunimmt. Da diese Zunahme des Potentials in demselben Verhältnis fortschreitet wie die Ladung selbst, so wird die pro Einheit der Elektrizitätsmenge geleistete Arbeit schließlich dieselbe sein, als wenn der Körper während des ganzen Vorganges der Ladung ein konstantes Potential, welches das arithmetische Mittel zwischen dem Anfangswerte Null und dem Endwerte V ist, nämlich $\frac{1}{2}V$, unverändert beibehalten hätte. Für die Elektrizitätseinheit ist diese Arbeit demnach $\frac{1}{2}V$, und für die Elektrizitätsmenge E :

$$W = \frac{1}{2}VE,$$

oder auch, da $E = CV$ (unter C die Kapazität des Leiters verstanden) ist:

$$W = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}\frac{E^2}{C}.$$

Diese Arbeit, welche in dem elektrischen Leiter gleichsam aufgespeichert ist und von ihm wieder ausgegeben wird (z. B. als Wärme), sobald er in den unelektrischen Zustand zurückkehrt, nennt man die (potentielle) Energie der elektrischen Ladung.

Wenn man einen elastischen Körper dehnt oder biegt, so leistet man dabei gegen die elastischen Kräfte eine gewisse Arbeit, die als potentielle Energie in dem gedehnten oder gebogenen Körper aufgespeichert ist. Denkt man sich den ganzen Körper in einzelne Volumelemente zerlegt, so enthält jedes Element einen Teil der Gesamtenergie, entsprechend der Arbeit, die zu der Deformation dieses einzelnen Elements erforderlich gewesen war. Faßt man das elektrische Feld als einen Spannungszustand des Isolators auf, so muß man auch