



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Ingenieur-Mathematik in elementarer Behandlung

Das Potential und seine Anwendung auf die Theorien der Gravitation, des Magnetismus, der Elektrizität, der Wärme und der Hydrodynamik

Holzmüller, Gustav

Leipzig, 1898

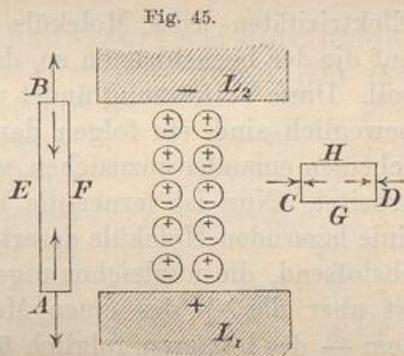
59) Andeutungen über die Kraftlinien

[urn:nbn:de:hbz:466:1-77934](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-77934)

59) Andeutungen über die Kraftlinien. Früher wurden die Kraftlinien einfach als diejenigen Kurven betrachtet, die das System der Niveauflächen senkrecht durchsetzen. Die Wirkungen von Körper auf Körper wurden einfach als Fernwirkungen aufgefaßt. Faraday gab ihnen eine vollständig neue Bedeutung. Er nannte das zwei irgendwie geladene Leiter trennende Mittel isolierender Art, also z. B. die Luft, den leeren Raum, irgend ein Gas u. s. w. das Dielektrikum und behauptete, daß die in diesem lagernden Moleküle, deren jedes nach Art der latenten Magnetismen beide Arten von Elektrizität in gleichen Mengen hätte, durch jene Ladungen polarisiert und so in einen gewissen Zwangszustand versetzt würde. Ein wirkliches Wandern der Elektrizitäten im Dielektrikum nahm er als unmöglich an, nur eine Art von Induktionsverschiebung innerhalb jedes Moleküls. Die Polarisation dachte er sich also ähnlich, wie sie hypothetisch bei der Magnetisierung eines Stahlstabes eintritt, jedes Teilchen erhält zwei Pole, die in die Richtung der entsprechenden Kraftlinie fallen (vgl. Fig. 45), so daß in jeder eine Kette von Molekülen sich befindet, der sich die entgegengesetzten Pole zuwenden.

In der Figur ist zu denken, daß zwei gegeneinander isolierte Leiter L_1 und L_2 mit entgegengesetzten Elektrizitäten geladen sind. Zwei Reihen polarisierter Moleküle des Dielektrikums sind eingezeichnet worden. Sofort nach der Ladung tritt in dem Dielektrikum ein Zwangs- oder Spannungszustand ein, der durch eine Analogie veranschaulicht werden kann.

Wird ein Metallstab AB durch gleiche und entgegengesetzte Zugkräfte beansprucht, so verlängert er sich ein wenig, und dann tritt, wenn die der Elastizitätsgrenze entsprechende Beanspruchung nicht überschritten wurde, Gleichgewicht ein. Zwischen den Molekülen sind also Gegenspannungen aufgetreten, die eine weitere Ausdehnung verhindern. Diese Gegenspannungen sind um so stärker, je größer innerhalb der genannten Grenze die Beanspruchung und die Verlängerung ist. Hört die Beanspruchung auf, so ziehen die Gegenspannungen die Moleküle des Stabes wieder zusammen, bis er wieder die ursprüngliche Länge hat. Durch die Zugbeanspruchung wird also ein Zwangs- und Spannungszustand hervorgerufen, der in der Figur durch den Stab AB und die eingezeichneten Kräfte veranschaulicht wird.



Entsprechendes findet statt, wenn auf einen kurzen Stab CD äußere Druckkräfte einwirken. Er wird so lange zusammengepreßt, bis die hervorgerufenen Gegenspannungen den Druckkräften das Gleichgewicht halten. Hört die Beanspruchung auf, so treiben die Gegenspannungen die Moleküle wieder auseinander.

Übrigens findet bei der Zugbeanspruchung des Stabes AB zugleich eine leise Einschnürung, eine Kontraktion statt, so daß z. B. bei EF zugleich Druckspannungen entstehen, die senkrecht gegen die Zugspannungen gerichtet sind. Ebenso giebt der Druck am Stabe CD eine leise Ausdehnung in der Richtung GH , so daß Zug und Druck stets kombiniert auftreten.

Denkt man sich etwa die an L_1 und L_2 grenzenden Moleküle mit ihren Polen dicht an L_1 und L_2 herangezogen, so ist jede Reihe der Moleküle in einen Zustand nach Art der Zugspannung versetzt. Die Elektrizitäten jedes Moleküls wirken nach Art der Gegenspannungen auf die der benachbarten so, daß eine Verkürzung der Reihe stattfinden soll. Diese Verkürzung findet wirklich statt, sobald die Leiter L_1 und L_2 beweglich sind, sie folgen dann dem Zuge der Gegenspannungen und scheinen einander anzuziehen, während in Wirklichkeit das Dielektrikum arbeitet. Nun ist ferner die Wirkung zweier in derselben Horizontalinie lagernden Moleküle derart, daß die gleichnamigen Pole aufeinander abstoßend, die ungleichnamigen aufeinander anziehend wirken. Dabei ist aber das $+$ des einen Moleküls dem $+$ des anderen näher, als dem $-$ des letzteren, folglich überwiegt die Abstoßung. Diese kann bei den von einem einzigen Centrum ausstrahlenden geradlinigen Kraftlinien keine Bewegungserscheinungen hervorrufen, weil für sie nur eine einzige homogene Anordnung möglich ist. Wie es sich aber bei mehreren Centren verhält, d. h. wie dort dieser Abstoßung das Gleichgewicht gehalten wird, das soll später bei den allgemeineren Betrachtungen auseinandergesetzt werden. Jede Störung der Anordnung wird nach Entfernung des störenden Einflusses durch die abstoßenden Kräfte wieder aufgehoben.

Der Zwangszustand des elektrischen Feldes ist also derartig, daß — kurz ausgedrückt — jede Kraftlinie das Bestreben hat, sich zu verkürzen, während benachbarte gleichgerichtete (gleichartig polarisierte) Kraftlinien sich gegenseitig abstoßen.

Entfernt man die Ladungen aus L_1 und L_2 , so hört der Zwangszustand des elektrischen Feldes auf, und die Elektrizitäten der Moleküle kehren in die ursprüngliche Lage zurück. Anziehung und Influenz z. B. sind daher von der Art des Dielektrikums abhängig. Zu jedem Dielektrikum gehört eine gewisse Dielektrizitätskonstante, über die sich die Lehrbücher näher aussprechen. Vgl. Nr. 68.

Auch der leere Raum ist als Dielektrikum zu betrachten. Als isolierendes Mittel wird in ihm von Maxwell hypothetisch der sogenannte Lichtäther angenommen. Dadurch erklärt er zugleich den eigentümlichen Zusammenhang zwischen den elektrischen und optischen Erscheinungen, z. B. den Einfluss der elektrischen Spannung auf die Lage der Polarisationssebene doppelbrechender Krystalle, die Übereinstimmung der Fortleitungsgeschwindigkeiten, was schliesslich auf die von ihm aufgestellte elektromagnetische Theorie des Lichtes führte, die auch von Helmholtz bearbeitet worden ist.

Auf die Gestalt der Kraftlinien für schwierigere Probleme gehen also erst die folgenden Kapitel ein. Jetzt sollen Influenzprobleme über die Kugel bzw. die Kugelschale nebst dazugehörigen Erscheinungen besprochen werden.

60) Centrische Influenz eines Konduktors auf eine homogene konzentrische Hohlkugel, die zur Erde abgeleitet ist.

Man denke sich im Mittelpunkte einer aus leitendem Material bestehenden konzentrischen Hohlkugel, die durch einen Draht KL mit der Erde in Verbindung steht, einen kleinen kugelförmigen Konduktor angebracht, der auf irgend eine Art mit der positiv elektrischen Menge $+E$ geladen wird (z. B. durch einen Draht, der isoliert durch eine Öffnung der Kugel tritt, zu vermitteln). Sobald die Ladung geschehen ist, tritt folgendes ein. Jedes Molekül der Hohlkugel enthält ursprünglich beide Arten von Elektrizität in gleichen Mengen, deren Wirkungen sich bisher aufhoben. Jetzt wird die negative nach M hingezogen, die positive abgestossen, und zwar fließt die letztere zur Erde ab, während die erstere sich in homogener Anordnung an der Innenwand ansammelt. Wie lange dauert dieser Prozess an? So lange, bis die an der Innenwand angesammelte negative Influenz-
elektrizität (Infl. El. 1. Art) die Wirkung des Konduktors auf die Elektrizitäten der Schale aufhebt. Nun wirkt der Konduktor dorthin mit der Kraft $\frac{E}{r^2}$, die Influenz-
elektrizität $-E_1$ mit der Kraft $-\frac{E_1}{r^2}$, es muß also $\frac{E}{r^2} - \frac{E_1}{r^2} = 0$, d. h. $E = E_1$ sein. Die Menge der Influenz-
elektrizität erster Art ist also gleich der Ladung des Konduktors. Ebenso groß ist die Menge der zur Erde abgeflossenen Influenz-
elektrizität zweiter Art.

Fig. 46.

