

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Vorlesungen über theoretische Physik

Vorlesungen über Elektrodynamik und Theorie des Magnetismus

Helmholtz, Hermann von

Leipzig, 1907

Einleitung

EINLEITUNG.

In der Dynamik der ponderablen Massen, soweit letztere als Systeme von Massenpunkten — freien oder fest verbundenen — angesehen werden können, kommt man aus mit der Annahme von Naturkräften, welche zwischen je zwei Punkten in Richtung der Verbindungslinie nach unveränderlichen Gesetzen wirken. Es sind dies Anziehungs- oder Abstofsungskräfte, deren Intensität der Gröfse der beiden Massen — dem Mafse ihrer Trägheit — proportional ist und sonst nur von der Entfernung zwischen den Punkten abhängt, nicht aber explicite von der Zeit noch von den Geschwindigkeiten der Punkte. Im Gebiete der elektromagnetischen Erscheinungen kommt man mit solchen elementaren Centalkräften nicht durch; es treten dort auch drehende Einwirkungen auf, welche nicht in Anziehung oder Abstofsung, sondern in einem Antrieb senkrecht auf der Verbindungslinie bestehen. Dabei haben wir es allem Anscheine nach mit Agentien oder Substanzen zu thun, welche verschieden sind von der trägen und ponderablen Materie. Das Attribut der Unzerstörbarkeit kann man auch ihnen zuerkennen, jedoch mit einer charakteristischen Modifikation. Diese Quanta erscheinen nämlich als algebraische Gröfsen, welche sowohl positiv wie negativ sein können. Eine Vermischung gleich grofser Mengen von entgegengesetzter Art giebt dann die Summe Null: Die entgegengesetzten Agentien heben sich gegenseitig auf und umgekehrt kann man in einem neutralen System beliebig grofse Mengen beider entgegengesetzter Arten von einander trennen. Der Begriff der Unzerstörbarkeit und Unvermehrbarkeit ist also für die elektrischen und die magnetischen Agentien durch den Zusatz zu beschränken, dafs gleich grofse Mengen beider entgegengesetzter Substanzen verschwinden oder entstehen können und dafs der neutrale Vorrath, den man trennen kann, unerschöpflich ist. Diese Substanzen haben ihren Sitz nie im leeren Raum,

sondern immer in der ponderablen Materie¹⁾, und zwar erlauben gerade die dichtesten Körper, die Metalle, den elektrischen Substanzen eine große Beweglichkeit, und die Metalle der Eisengruppe in gewissem Sinne auch den magnetischen Substanzen. Wegen dieser Leichtbeweglichkeit hat man diese Substanzen auch als Fluida, gewissermaßen imponderable Flüssigkeiten, bezeichnet; auch die Bezeichnung elektrischer Strom ist aus dieser Auffassung entstanden. Da nun, wie gesagt, die Kraftwirkungen zwischen elektrisch durchströmten Körpern und die zwischen solchen und Magneten sich nicht zurückführen ließen auf Centralkräfte in Richtung der Verbindungslinie, so versuchten die Physiker die Grundgesetze dieser hypothetischen Kräfte zwischen den elektrischen Substanzen so zu erweitern, daß die Kräfte außer vom Abstand auch noch von der Geschwindigkeit der bewegten Substanzen abhingen. Die bekannteste Form eines solchen Grundgesetzes ist die von WILHELM WEBER gegebene; auch RIEMANN und CLAUSIUS haben über solche Grundgesetze nachgedacht. Die Art der Wirkung ist dabei sowohl für ruhende wie für bewegte Fluida vorgestellt als eine unvermittelte Fernwirkung, welche momentan an jeder Stelle des Raumes eintritt.

FARADAY nahm Anstoß an dem Begriff der Fernwirkung. Schon NEWTON hat sich wohl schwer oder gar nicht dazu entschließen können bei der Formulierung seines Gravitationsgesetzes; er sagt deshalb auch nur, die Bewegungen der Himmelskörper gehen so vor sich, wie sie aus der mathematischen Formel für die Anziehungskraft berechnet werden, ohne auszusprechen, daß das wahre Wesen dieser Kraft eine unvermittelte Fernwirkung sei. Über eine Ursache der Gravitationswirkung macht überhaupt NEWTON gar keine Annahmen. Auch heut zu Tage ist es noch nicht gelungen, eine befriedigende Erklärung dafür zu finden. Den auf NEWTON folgenden Generationen wurde das Unerklärliche immer weniger fühlbar, während die Anwendung des Gesetzes die Bewegungserscheinungen im Weltraum mit größter Schärfe zu berechnen erlaubte. Man glaubte daher mehr und mehr, wenn man die Kraftwirkungen in der Natur auf ein dem bewährten Schema des Gravitationsgesetzes nachgebildetes System von Fernkräften zurückgeführt habe, damit die befriedigendste Erklärung gefunden zu haben.

Durch die Arbeiten der an FARADAY anknüpfenden Physikerschule wurde nun die Anschauung vom Wesen der elektrischen und

¹⁾ Die Vorstellung freier Elektronen war damals (1888) noch nicht gebildet worden.

magnetischen Phänomene zu einem vollendeteren Standpunkt gefördert als die der mechanischen Wirkungen träger Materie, bei der wir bis jetzt ohne die Annahme von Fernkräften in Ermangelung einer befriedigenderen Grundlage noch nicht auskommen.

FARADAY suchte, getrieben von der Überzeugung, daß die Wirkungen zwischen getrennten Körpern sich durch das zwischenliegende Medium stetig fortpflanzen müßten, Veränderungen in diesen nachzuweisen. So gelang es ihm die Magnetisirbarkeit aller Substanzen nachzuweisen. Die von ihm entdeckte Erscheinung des Diamagnetismus vieler Körper findet ihre ungezwungenste Erklärung in der Anschauung, daß sogar der von ponderabler Substanz gänzlich gesäuberte, leere Raum, den man als Zwischenmedium den freien Aether genannt hat, magnetisierbar sei, und zwar stärker magnetisierbar als die diamagnetischen, schwächer als die paramagnetischen Körper. Analog fand er, daß in den elektrischen Isolatoren ein besonderer Zustand sich verrät — die dielektrische Polarisation; die Fähigkeit diese auszubilden ist ebenfalls auf den freien Aether mit zu erstrecken, wenn auch hier nicht etwa ein Analogon zum Diamagnetismus (welches nicht bekannt ist) zu dieser Vorstellung drängt. Auf Grund dieser FARADAYSchen Vorstellung hat dann CL. MAXWELL eine mathematische Theorie der Elektrizität und des Magnetismus und ihrer Wechselwirkungen ausgearbeitet, welche lehrt, daß Fernwirkungen nicht existiren, sondern daß alle in das Gebiet gehörigen Wirkungen sich mit endlicher, wenn auch sehr großer, Geschwindigkeit durch den Raum als Störungen des Aethers ausbreiten. Der Werth dieser Geschwindigkeit konnte auch experimentell gemessen werden mit Hülfe stehender elektrischer Wellen durch HEINRICH HERTZ; eine Abweichung vom Werthe der Lichtgeschwindigkeit konnte nicht constatirt werden.

Die Formulirung dieser neuen Theorie bereitete begreiflicher Weise lange Zeit hindurch große Schwierigkeiten. Sie verlangte die Conception neuer, eigenartiger Begriffe, welche an die Spitze des ganzen Systems gestellt werden mußten, während diese in dem alten Vorstellungskreis, wenn überhaupt unterzubringen, nur fernabliegende Begriffe von nebensächlicher Bedeutung repräsentirten. Umgekehrt sanken die Grundstützen der alten Theorie, die unzerstörbaren Substanzen der elektrischen und magnetischen Fluida herab zur Bedeutung von sekundären Rechengrößen — sogenannten Integrationsconstanten.

Diese FARADAY-MAXWELLSchen Ideen führen eine vollständige Umwälzung in der theoretischen Physik des Aethers herbei, indessen

befindet sich die Lehre augenblicklich¹⁾ noch in einer Krisis, die erst durchgemacht werden muß. Deshalb ist es für einen Lehrvortrag zur Einführung in das Gebiet einstweilen gerathener, sich nicht von vornherein auf MAXWELL'schen Boden zu stellen, sondern eine historische Darstellung der Begriffe und Gesetze zu geben, wie sie sich entwickelt haben.

¹⁾ 1888 gesprochen. Die Krisis dürfte heut als überwunden gelten, man ist indessen neuerdings durch Einführung des Elektronenbegriffs den älteren Vorstellungen von der substantiellen Natur der Elektrizität wieder etwas näher gekommen.
