

nahme gemacht werden, dass die Dicke der Glaswand, $r_2 - r_1$, unendlich klein gegen die Radien r_1 und r_2 ist. Es ergibt sich dann:

$$\frac{2(1+3\Theta)}{1+\Theta} r_1^4 a = - \left(\frac{1}{4\pi} + k - 3k' - k'' \right) c^2,$$

$$\frac{3}{1+\Theta} r_1 b = - \left(\frac{1}{4\pi} + k + \frac{k''}{2} \right) c^2.$$

Von besonderem Interesse ist die Kenntniss der Vergrösserung, welche der Radius r_1 erfahren hat. Wird diese ϱ_1 genannt, so ist:

$$\varrho_1 = - \frac{1}{2K(1+\Theta)} \left(\frac{a}{3} r_1 + \frac{b}{r_1^3} \right).$$

Führt man statt der Grösse K den Elasticitätscoefficienten des Glases E durch die Gleichung:

$$E = 2K \frac{1+3\Theta}{1+2\Theta}$$

ein, so findet man hiernach:

$$\varrho_1 = \frac{1}{2E} \frac{c_1^3}{r_1^3} \left(\frac{1}{4\pi} + k - \frac{k' - k''\Theta}{1+2\Theta} \right).$$

Diese Gleichung stimmt überein mit einer, die Hr. Korteweg in der oben citirten Arbeit durch Betrachtungen abgeleitet hat, die den hier durchgeführten im wesentlichen ähnlich, wenn auch in ein anderes Gewand gekleidet und von geringerer Allgemeinheit sind. Statt der Grössen k, k', k'' , die hier vorkommen, hat er drei andere k, x_1, x_2 eingeführt, die mit diesen in den Relationen stehen:

$$k = 1 + 4\pi k, \quad x_1 = 4\pi(k' + k''), \quad x_2 = 4\pi k'.$$

VII. Ueber die Entladung der Electricität durch Gase; von Arthur Schuster.

In einer kürzlich der Royal Society zu London vorgelegten Arbeit über den obigen Gegenstand¹⁾ habe ich alles Controverselle zu vermeiden gesucht. Ich werde mir im Folgenden erlauben, einige Ansichten, die der meinigen entgegenstehenden zu discutiren.

Ich habe die Vorgänge in der Nähe einer negativen

1) A. Schuster, Proc. Roy. Soc. 37. p. 317. 1884. Beibl. 8. p. 835.

Electrode dadurch zu erklären gesucht, dass dort die Gas-molecüle in Atome zerfallen, von denen der electronegative Bestandtheil mit grosser Geschwindigkeit von der Kathode weggeschleudert wird. Goldstein hat gegen ähnliche Erklärungen verschiedene Einwürfe gebracht, von denen zwei eine nähere Besprechung verdienen. Der erste, auch von E. Wiedemann erwähnte Einwurf ist der, dass die Spectrallinien der Kathodenstrahlen in der Richtung ihrer Bewegung keine Verschiebung zeigen, wie man es nach dem Doppler'schen Princip erwarten sollte, falls materielle Theile sich dort mit grosser Geschwindigkeit bewegten. Beachtet man aber, dass das Leuchten erst durch Vernichtung der translatorischen Energie hervorgebracht wird, so sind offenbar die Theile, die leuchten, gerade nicht diejenigen, die sich fortbewegen. In seinen interessanten Experimenten über die Ablenkung der Kathodenstrahlen hat Goldstein zu zeigen versucht, dass die Abstossung nicht durch feste Körper hindurchdringt. Hierin liegt eine scheinbare Schwierigkeit für die von mir vertretene Erklärung. Wir müssen aber nur den Raum, der von den Kathodenstrahlen erfüllt ist, als gut leitend annehmen, und da auf der Oberfläche irgend eines darin befindlichen nichtleitenden Körpers nur tangential Strömungen vorkommen können, so muss das Potential daher in der Richtung der Normale constant bleiben. Da aber die Abstossung durch ein rasches Potentialgefälle senkrecht auf die Strahlen hervorgebracht wird, so wird dieselbe durch einen nichtleitenden Körper vollständig aufgehoben werden. Ein solcher Körper wird sich statisch mit Electricität bedecken, bis die Wirkung einer dahinter liegenden Kathode aufgehoben ist. Ein nichtleitender Körper in einem gutleitenden Raum wirkt ebenso gut als Schirm gegen electrostatische Einflüsse, wie ein von Nichtleitern umgebener Leiter. Deshalb werden wir auch nie eine Abstossung eines statisch geladenen Körpers auf die Kathodenstrahlen wahrnehmen können, wenigstens nicht in dem stationären Zustand.

Goldstein gibt als Grund gegen die convectionelle Erklärung der Kathodenstrahlen die Thatsache an, dass die

Strahlen nicht in die Richtung der Kraftlinien fallen. Ich halte dieselbe Thatsache für einen der allerbesten Beweise für die convectionelle Theorie. Ich habe schon in einem Referat über Goldstein's Abstossungsversuche in den „Berichten“ ein Beispiel gegeben, welches zeigen sollte, dass bewegliche materielle Körper sich nicht stets in Kraftlinien bewegen. Aus dem zur Unkenntlichkeit entstellten Berichte meiner Bemerkung, welchen Hr. Goldstein gegeben hat¹⁾, ersehe ich, dass er mich gänzlich missverstanden hat. Und doch ist es ohne weiteres klar, dass wohl die Beschleunigung eines mit Electricität geladenen materiellen Theilchens in die Richtung der Kraftlinien fällt; dass aber die Richtung der Beschleunigung auf krummer Bahn gegen die Tangente geneigt ist. Wenn ein Körper sich in einer Kraftlinie auf krummer Bahn bewegt, so folgt umgekehrt, dass er keine Trägheit besitzen kann. Die von Goldstein aufgefundene Abstossung erklärt sich meiner Ansicht nach unmittelbar aus der Theorie fortgeschleuderter Theile, welche die Electricität mit sich führen. Goldstein findet nämlich, dass, falls die zwei Kathoden metallisch verbunden sind, die Abstossung unabhängig von der Stromstärke ist. Auch ist sie bei jeder Dichtigkeit und bei jedem Gase dieselbe. Denken wir uns das Potentialgefälle an der einen Electrode in einem gegebenen Maasse vergrössert, so vergrössert sich in gleichem Maasse das Quadrat der Geschwindigkeit der fortgeschleuderten Theilchen. Werden nun auf der ganzen Bahn alle Kräfte in gleichem Verhältniss vermehrt, so bleibt die Bahn dieselbe; denn die Beschleunigung sowohl in der Richtung der Tangente als auch in der Richtung der Normale ist proportional dem Quadrate der Geschwindigkeit. Ebenso ergibt sich die Bahn unabhängig von der Masse des bewegten Theilchens und auch von der auf ihm befindlichen Electricitätsmenge. Die Constanz der Ablenkung in allen von Goldstein untersuchten Fällen ist ein wichtiges Argument zu Gunsten der Theorie; die Erklärung seiner sogenannten „Makro“- und „Mikroflächen“ ergibt sich nach dem Gesagten von selbst.

1) Goldstein, Fortschr. der Physik. 36. p. 384. 1880.

Hertz hat kürzlich durch Experimente zu beweisen gesucht, dass die Kathodenstrahlen von der Electricitätsleitung unabhängige Erscheinungen sind. Zunächst sucht er zu beweisen, dass die Kathodenstrahlen keine Wirkung auf den Magnet haben. In Wirklichkeit zeigt aber sein Versuch nur, dass Electricität nicht continuirlich in einen geschlossenen Raum fliessen kann, ohne auf irgend welche Art wieder heraus zu kommen. Falls sich Kathodenstrahlen in einen überall abgeschlossenen Raum werfen lassen, so folgt schon ohne weiteres Experiment, dass die Electricität, die sie mit sich führen, wieder zurückströmen muss. Würde man das Potentialgefälle in einem solchen abgeschlossenen Raume untersuchen, so würde sich wohl ohne Zweifel ergeben, dass negative Electricität von dem Raume nach der Oeffnung getrieben wird. Die Electricität strömt in den Raum in Folge der grossen Geschwindigkeit der sie tragenden Theile, die die gegenwirkende electricische Kraft zu überwinden vermag. Sie strömt aber, sobald die Geschwindigkeit wieder zerstört ist, in Folge dieser Kraft wieder hinaus. Das ist die einzig mögliche Auffassung, falls wir die Kathodenstrahlen als Träger der Electricität behandeln und muss Hertz die Nichtexistenz der Rückströme beweisen, um die Theorie mit Erfolg angreifen zu können. Auch sonst lassen sich Einwände gegen die anderen Experimente von Hertz machen. Er will die Strömungslinien in einer Platte von verdünnten Gasen auffinden. Seine Platte ist ein Quadrat von 120 mm; und die Electroden stehen ungefähr in derselben Distanz voneinander. Der Magnet war 12 mm lang und hing 12 mm über der Mittelfläche der Platte. Trotzdem wird der Magnet als unendlich klein und in der Mittelebene schwebend angesehen, es wird also der zehnte Theil der Länge, auf welcher sich das Potentialgefälle vertheilt, ganz vernachlässigt, ohne dass der so begangene Fehler geschätzt würde. Es ist daher auch nicht überraschend, wenn von den etwa fünfzehn aufgezeichneten Stromlinien nie mehr als drei die Electroden schneiden, und manchmal müsste das Ende einer Stromlinie um die ganze Breite der Platte verschoben werden, um die Electrode zu treffen. Obgleich die Kathoden-

strahlen die Electricität mit sich führen, ist nach dem oben Gesagten, trotzdem ihre Richtung nicht nothwendig, die Resultante der vollständigen Strömungsrichtung an derselben Stelle, da auch die Theile zu berücksichtigen sind, die in ihrer translatorischen Bewegung aufgehalten, den electrischen Potentialgefallen folgen können. Nimmt man diese mit in Betracht, so wird man bei der grossen Ungenauigkeit der von Hertz gezeichneten Strömungslinien in seinen Messungen keinenfalls einen Widerspruch gegen die Annahme finden können, dass die Kathodenstrahlen die Träger der Electricität sind. Auch kann ich in der grossen Geschwindigkeit, die die fortgeschleuderten Theilchen haben müssen, keine Schwierigkeit sehen. Es kommt dabei zunächst auf ihre Masse und dann auf die von ihnen mitgeführte Electricität an.

E. Wiedemann hat kürzlich eine Aethertheorie der Electricitätsleitung entworfen. Ich möchte auf einen Punkt derselben etwas eingehen, da er, falls sich die Ansicht von E. Wiedemann bestätigen sollte, uns in merkwürdige optische Schwierigkeiten bringen würde. Ein Lichtstrahl, der sich in der Richtung der magnetischen Kraftlinie fortbewegt, zeigt nach Faraday's Entdeckung die Drehung seiner Polarisationssebene. Hieraus versuchte E. Wiedemann, die Ablenkung eines Strahles abzuleiten, der sich im rechten Winkel zu den Kraftlinien fortbewegt. Dass eine solche Ablenkung keine nothwendige Folge der Drehung der Polarisationssebene ist, zeigt sich daraus, dass keine von den beiden mathematischen Theorien, die für diese Drehung aufgestellt sind, die verlangte Wirkung ergeben. Sowohl nach den Formeln von Neumann, wie nach denen von Maxwell, würde sich ein Strahl senkrecht auf die Kraftlinien gerade wie im unmagnetischen Felde fortpflanzen.

Die Kräfte, die E. Wiedemann annimmt, müssten zunächst longitudinale Wellen erzeugen. Es würde dann die Fortpflanzungsrichtung nicht senkrecht auf der Wellenrichtung stehen und eine Ablenkung würde nicht stattfinden. Die Ablenkung eines Kathodenstrahles durch den Magnet hängt von der Intensität der electrischen Strömung ab. Eine

Theorie, welche die Ablenkung durch den magnetischen Einfluss auf Schwingungen erklären will, muss annehmen, dass die Amplitude der Schwingungen Einfluss hat, und würde daher mit allen experimentellen Thatsachen über Lichtschwingungen in Widerspruch kommen.

Um das Feld einer etwaigen Controverse möglichst einzuschränken, möchte ich gerade den Einfluss des Magnets auf die Kathodenstrahlen zum Hauptgegenstand der Discussion machen. Ich beabsichtige, alle bekannten Thatsachen über den Einfluss des Magnets auf die Kathodenstrahlen in streng dynamischer Weise aus der Annahme abzuleiten, dass die negativ geladenen Theile der Gasmolecüle sich von der Kathode fortbewegen.

VIII. *Ueber electriche Leitung im Vacuum;* *von E. Goldstein.*

(Aus d. Sitzungsber. d. Berl. Acad. d. Wiss. vom 31. Januar 1884.)

(Hiersu Taf. II Fig. 10–12.)

Gegenüber der Anschauung, dass die Entladung in einem gaserfüllten Raume zum Substrat die Gastheilchen selbst hat, sei es, dass letztere in einem convectiven Process, sei es als Leiter eines Stromes die Entladung vermitteln, habe ich¹⁾, und zwar, wie ich glaube, zuerst²⁾, den freien Aether

1) Goldstein, Wied. Ann. 12. p. 256. 1881.

2) Die bezüglich dieses Gegenstandes in neuerer Zeit vielfach und fast ausschliesslich citirte Arbeit von Hrn. Edlund wurde der schwedischen Academie zwei Monate später vorgelegt, nachdem meine Arbeit in Wied. Ann. 12. erschienen war. Weder die in wesentlichen Punkten mit meinen Ausführungen übereinstimmende Originalveröffentlichung Hrn. Edlund's, noch eine der mehrfachen seitdem von ihm veranlassten Reproductionen derselben (z. B. Wied. Ann. 15. p. 514. 1882) enthält einen Hinweis auf meine Arbeit.

Anm. der Redaction. Von Interesse dürfte es sein, daran zu erinnern, dass bereits Gren im Jahre 1797 in seiner Naturlehre § 1408 u. figde. den Schluss zieht, dass die electriche Materie nichts anderes ist,