

Ueber Maxwell's Electricitätstheorie.

Von Ludwig Boltzmann.

Mit 1 Tafel.

Bekanntlich wurde schon eine Reihe von Versuchen gemacht, die electricischen Erscheinungen durch Schwingungen zu erklären, die in einem feinen Medium sich fortpflanzen, und zwar führt die Eigenthümlichkeit der magnet-electrischen Wechselwirkungen darauf, rotatorische Schwingungen in's Auge zu fassen. Solche Ansichten wurden von Hankel und Challis aufgestellt; hervorragend ist jedoch die von dem englischen Physiker Maxwell aufgestellte Theorie, theils weil er von genau bestimmten Voraussetzungen ausgeht und mit mathematischer Schärfe nachweist, dass sich daraus alle magnet-electrischen Wechselwirkungen erklären lassen, theils weil diese Theorie auf einige Consequenzen führt, die noch ihrer Bestätigung durch das Experiment harren und so als Prüfstein der Richtigkeit und Zulässigkeit dieser Anschauung dienen können. Die übrigen Theorien gehen meist nur so weit, als die Erscheinungen bekannt sind, jedoch nicht darüber hinaus.

Ich will hier eine kurze Auseinandersetzung der Maxwell'schen Theorie mit Ausschluss jedes theoretischen Beweises zu geben versuchen.

Mittelst der hydrodynamischen Gleichungen lassen sich die Kräfte, welche in bewegten Flüssigkeiten auftreten, berechnen. Nehmen wir an, wir hätten in irgend einer Flüssigkeit einen geraden Kreiscylinder C_1 (Fig. 1); die Axe desselben liege in der Zeichnungsebene, die Basis ist ein Kreis. Dieser Cylinder soll um seine Axe rotiren — wie es die Pfeile anzeigen, — so wird derselbe in der ihn umgebenden Flüssigkeit einen Wirbel er-

zeugen; er wird nämlich die Flüssigkeitstheilchen seiner Umgebung in Kreisbewegungen versetzen. Es befinde sich nun in der Nähe ein zweiter gleichbeschaffener Cylinder C_{II} ; dieser rotire in demselben Sinne um seine Axe, so wird sich dadurch ein gleichbeschaffener Wirbel bilden. Aus den hydrodynamischen Gleichungen folgt nun, dass sich die beiden Cylinder abstossen, wenn aber der zweite Cylinder im entgegengesetzten Sinne rotiren würde, so würden die beiden einander anziehen.

Den Grund dieser Erscheinung, welche übrigens auch experimentell bereits nachgewiesen worden ist, kann man sich, wenn man nicht zur exacten Berechnung der Flüssigkeitsbewegung schreiten will, in folgender Weise veranschaulichen.

Rotire nur der Cylinder C_I , so wird von seiner Mantelfläche durch Centrifugalkraft die Flüssigkeit ringsum fortgetrieben; es wird also auf die Flächeneinheit dieser Mantelfläche ein kleinerer Druck lasten, als sonst in der Flüssigkeit herrscht. Da jedoch diese Druckverminderung an allen Stellen der Mantelfläche dieselbe ist, so wird auf den Cylinder im Ganzen keine Kraft ausgeübt. Anders ist es, wenn rechts vom Cylinder C_I ein zweiter Cylinder C_{II} im gleichen Sinne rotirt. Jetzt tritt Folgendes ein: an der linken Seite des Cylinders C_I wird die Geschwindigkeit der Flüssigkeit durch die Anwesenheit des Cylinders C_{II} verstärkt, folglich auch deren Centrifugalkraft vergrößert. An der rechten Seite des Cylinders C_I dagegen sucht der Cylinder C_{II} der Flüssigkeit eine entgegengesetzte Bewegung zu ertheilen, als ihr vermöge der Rotation des Cylinders C_I zukommt; dort wird also ihre Centrifugalkraft vermindert. Der schon ursprünglich in der Flüssigkeit vorhandene Druck wird also jetzt an der linken Seite des Cylinders C_I um mehr vermindert, als an dessen rechter, wodurch der Cylinder C_I nach links getrieben wird. Aus demselben Grunde wird der Cylinder C_{II} nach rechts getrieben; beide scheinen sich also abzustossen. Der entgegengesetzte Erfolg tritt ein, wenn sich beide Cylinder in entgegengesetzter Richtung drehen.

Nach Maxwell's Ansicht ruft nun ein Magnetstab in dem umgebenden Licht-Aether derartige Wirbel hervor; es sei in Fig. 2 M_I ein Magnetstab; derselbe ruft im Aether einen Wirbel hervor und zwar rotire z. B. der Aether im Sinne des Pfeils. Daneben sei ein zweiter gleichgerichteter Magnetstab M_{II} , der-

selbe wird einen Wirbel erzeugen, der im selben Sinne rotirt: die beiden Magnete müssen sich daher nach den Gesetzen der Hydrodynamik abstossen; das Gegentheil, also eine Anziehung, müsste auftreten, wenn einer der beiden Magnete umgekehrt würde. Diese Ergebnisse entsprechen den Thatsachen. Die Anziehung und Abstossung zweier Magnete lässt sich also durch derartige Wirbel erklären.

Maxwell stellt sich diese Wirbel in etwas anderer Weise vor. Wir haben bisher angenommen, der ganze Aether wirble um den Magneten herum, es würde also jedes Aethertheilchen während endlicher Zeit eine bedeutende Wegstrecke zurücklegen; Maxwell dagegen setzt voraus, dass jedes Aethertheilchen nur in einem kleinen Raum-Element wirble. Um einen klaren Einblick der Maxwell'schen Anschauung zu geben, stelle Figur 3 den in der Mitte senkrecht zur magnetischen Axe gelegten Querschnitt eines cylindrischen Magnetes dar, derselbe wird ein Kreis sein; den umgebenden Aether denken wir uns in sehr viele kleine Volum-Elemente, am besten in Gestalt kleiner Parallelepipede getheilt. Nun setzt Maxwell voraus, dass die Moleküle des Magnetes in Rotationsbewegungen begriffen sind, diese theilen sich dem umgebenden Aether mit und zwar rotirt der in jedem Volum-Element befindliche Aether um eine Axe, die parallel ist den Kraftlinien, die durch dieses Volum-Element hindurchgehen, also parallel der Linie, nach welcher ein im Volum-Elemente befindliches magnetisches Theilchen gezogen würde, und zwar scheint der Aether im Sinne der Uhrzeigerbewegung zu rotiren, falls man hinblickt, wohin das Theilchen gezogen würde, wenn es nordmagnetisch wäre. Im mittleren Querschnitt — der in Fig. 3 verzeichnet ist — sind die Kraftlinien alle parallel der magnetischen Axe, also senkrecht auf der Ebene der Zeichnung der Fig. 3; die Rotationen werden daher im Sinne der kleinen Pfeile vor sich gehen; in jedem Volum-Elemente ist die Rotationsrichtung dieselbe.

Maxwell zeigt, dass man unter dieser Annahme alle Kräfte, welche zwischen Magneten wirksam sind, vollständig erklären kann. Eine kleine rotirende Aethermasse wirkt gerade so, entspricht also vollständig einem kleinen Magneten, dessen magnetische Axe mit der Drehungs-Axe der Aethermasse zusammenfällt. Die Rotationen im umgebenden Aether sind so angeordnet,

dass daselbst kein sogenannter freier Magnetismus übrig bleibt, dass also nur die vorhandenen Magnete in die Ferne aufeinander zu wirken scheinen.

Grosse Schwierigkeit findet Maxwell darin, zu erklären, dass, wenn der Aether eines Volum-Elementes etwa im Sinne der Uhrzeigerbewegung wirbelt, der Aether der umliegenden Elemente angeregt wird, in demselben Sinne herumzuwirbeln. Betrachten wir irgend zwei Volum-Elemente A und B.

Angenommen, es seien die Theilchen des einen Elementes bereits in Rotation begriffen, die des zweiten noch nicht, so würde man vermuthen, dass der Aether des zweiten Elementes im entgegengesetzten Sinne angeregt würde, ähnlich wie zwei ineinandergreifende Zahnräder in entgegengesetzter Drehung begriffen erscheinen. Um nun dieser Schwierigkeit zu begegnen, hat Maxwell eine Hypothese gemacht, die er selbst mit der ihm eigenen Ausrichtigkeit als „shomewhat awkward“ bezeichnet; er nimmt nämlich an, dass an den Trennungsf lächen der Volum-Elemente sich eine neue Gattung von Molekülen befindet, welche geradezu die Rolle von Frictionsrollen spielen und welche ich daher Frictionsmoleküle nennen will. Die Oberfläche jedes Frictionsmoleküls adhärirt an den sie berührenden Aethertheilchen, so dass eine Bewegung der letzteren auch die ersteren in Bewegung versetzt und umgekehrt, und zwar so, dass an den Berührungsstellen sich immer die Aethertheilchen nach derselben Richtung bewegen, wie die sie berührende Stelle der Oberfläche des Frictionsmoleküls. Doch ist diese Bewegungsübertragung mit keiner Einbusse von lebendiger Kraft verbunden. Als Bild derselben kann wieder die Bewegungsübertragung zwischen zwei Zahnrädern dienen. Die Oberflächen zweier Frictionsmoleküle hingegen adhäriren gar nicht aneinander, so dass sich zwei Frictionsmoleküle in ihrer Drehung gar nicht beeinflussen, wohl aber stossen sich zwei benachbarte Frictionsmoleküle ab, wenn sie näher als im Normalzustande gebracht werden. Sind also in Fig. 4, A und B Aetherzellen, so liegen in der Begrenzungsfläche F lauter kleine Frictionsmoleküle. Nehmen wir nun an, in der Aetherzelle B rotire der Aether bereits im Sinne des Pfeils P, so werden durch diese Rotationen zunächst die Frictionsmoleküle zur Rotation im entgegengesetzten Sinne angeregt. Da nun die Frictionsmoleküle wie Zahnräder in die in der Aetherzelle A befindliche Aethermasse eingreifen sollen,

so wird letztere im Sinne der Pfeile q zur Bewegung angeregt und es entsteht in A und B wirklich eine Rotationsbewegung in demselben Sinne.

Maxwell weist nun nach, dass mittelst dieser Frictionsmoleküle in allen Aetherzellen genau solche Bewegungen entstehen, wie er sie zur Erklärung der magnetischen Erscheinungen benöthigt. Er nimmt ferner noch an, dass sich in isolirenden Körpern die Centra der Frictionsmoleküle nur wenig von ihren ursprünglichen Lagen entfernen können, in die sie immer wieder mit einer gewissen Kraft gezogen werden. In leitenden Körpern dagegen können die Frictionsmoleküle weite Wege zurücklegen, aber sie erfahren dabei einen gewissen Bewegungswiderstand, den galvanischen Leitungswiderstand.

Dies ist die einzige Bewegung im Aether, bei welcher lebendige Kraft verzehrt (in Wärme verwandelt) wird. In Isolatoren verhalten sich also die Frictionsmoleküle, wie die Moleküle fester, elastischer Körper, welche durch Kräfte an ihre Ruhelage gebannt sind; in Leitern dagegen verhalten sie sich, wie die Moleküle zäher Flüssigkeiten, die beliebig weit von ihrer ursprünglichen Ruhelage entfernt werden können, wobei aber ein gewisser Widerstand zu überwinden ist. Die Wände der Aetherzellen werden durch die Centrifugalkraft des rotirenden Aethers deformirt.

Wenn in einem Leiter die Frictionsmoleküle nach einer bestimmten Richtung hinströmen, so bildet dieser Vorgang einen galvanischen Strom.

Wir wollen jetzt betrachten, was für Bewegungen in den Aetherzellen durch einen galvanischen Strom hervorgerufen werden. Nehmen wir an, wir hätten einen dünnen, langen Leiter L_1 , Fig 5; der Querschnitt desselben wird allerdings, selbst wenn er noch so klein ist, zahllose Aetherzellen enthalten. Es ändert jedoch, wie man leicht einsieht, den Character der Erscheinung gar nicht, wenn man voraussetzt, der Leiter sei so dünn, dass er nur eine Reihe von Frictionsmolekülen (m) enthält; diese sollen in der Richtung des Pfeiles P fortströmen; dann sagen wir, es fließt ein electricer Strom im Leiter L_1 .

Der in den darunter befindlichen Aetherzellen A_1 vorhandene Aether wird von den Frictionsmolekülen mitgenommen, daher wird derselbe in den Zellen A_1 im Sinne der eingezeichneten

Pfeile π rotiren. Solcher rotirende Aether ist aber (wie wir wissen) gleichbedeutend mit einem kleinen Magneten und zwar fällt die magnetische Axe mit der Rotations-Axe zusammen, also stellt jede Zelle ein kleines Magnetchen dar, dessen Südpol z. B. vorne liegt.

Betrachten wir aber die oberen Aetherzellen B_1 . Hier bewegt sich der Aether, mitgenommen durch die Frictionsmoleküle in der Richtung der Pfeile π^1 , daher sind die oberen Aetherzellen Magnetchen, welche den Nordpol nach vorne kehren. Ebenso werden noch nach unten zu Aetherzellen vorhanden sein, alle mit dem Südpol nach vorne, — nach oben aber solche mit dem Nordpol nach vorne gewendet. Es sei ferner in der Nähe von L_1 ein zweiter Stromleiter L_2 ; die Frictionsmoleküle sollen in derselben Richtung (p^1) strömen, so wird sich dieser Leiter wie der obere verhalten, in den oberen Aetherzellen B_2 werden Rotationen entstehen, dem Sinne der Uhrzeigerbewegung entgegen, also sind diese Zellen äquivalent kleinen Magneten, die den Nordpol vorne haben. Alle diese Magnetchen (um L_1 und L_2) werden aufeinander wirken, und zwar am stärksten jene, die einander am nächsten sind, also die unteren bei L_1 (a) auf die oberen bei L_2 (b); a und b haben aber entgegengesetzte Rotationsrichtung, daher werden sie sich anziehen. Denke ich mir einen Schnitt senkrecht auf die Ebene der Leiter gelegt, so ergibt sich die Fig. 6. L_1 und L_2 sind von gleichgerichteten Strömen durchflossen, daher sind die Magnetchen (a) unterhalb L_1 entgegengesetzt gerichtet mit denen (b) oberhalb L_2 und da die Wechselwirkung dieser Magnetchen prävalirt, so müssen sich die beiden Leiter anziehen; wäre die zweite Stromsrichtung entgegengesetzt, so würden sich bei L_2 alle Bewegungsrichtungen umkehren, man würde eine Abstossung zwischen den beiden Leitern erhalten. Man sieht leicht, dass sich die Wirkung eines Stromes auf einen Magneten erklären lässt, wenn man bedenkt, dass die Magnetpole immer in der Richtung der Kraftlinien gezogen werden und dass die magnetischen Kraftlinien immer senkrecht auf den Aetherwirbeln stehen, woraus sich das Arrangement der Kraftlinien um einen electrischen Strom leicht finden lässt.

Nun berechnet Maxwell die Wechselwirkung beliebig gestellter Ströme und Magnete, und findet dieselbe übereinstimmend

mit der durch die Beobachtung gegebenen: es ist also die electro-dynamische Wechselwirkung erklärt.

Aber auch die Inductions-Erscheinungen lassen sich aus der Maxwell'schen Theorie erklären. Stelle (Fig. 7) L_1 einen Strom-leiter dar, in welchem Anfangs die Frictionsmoleküle in Ruhe sind; in der Nähe befinde sich der Leiter L_2 ; der Einfachheit halber setzen wir wieder voraus, dass die beiden Leiter nur eine einzige Reihe von Frictionsmolekülen enthalten, und dass sich zwischen denselben nur eine einzige Reihe von Aetherzellen (die Zellen A) befinde. In L_1 entstehe nun plötzlich ein electricer Strom in der Richtung des Pfeiles p , es sollen also die Frictionsmoleküle plötzlich in der Richtung p in Bewegung gerathen, so werden in den Aetherzellen rotirende Bewegungen im Sinne des Pfeiles π entstehen. Was geschieht dann mit den Frictionsmolekülen des zweiten Leiters L_2 ? Diese sind mit den Aethertheilchen A in Contact, daher entsteht dort ein Strom in der Richtung p' , entgegengesetzt von p , der nichts anderes als der Inductionsstrom ist. Die Frictionsmoleküle in L_2 erfahren aber einen Widerstand bei der Bewegung; sie werden daher auch in drehende Bewegung kommen, und da nur die progressive, nicht die drehende Bewegung derselben einen Widerstand erfährt, so bleibt schliesslich nur die drehende übrig. Beide Bewegungen theilen sich den Aetherzellen B mit, und zwar regt, wie eine leichte Ueberlegung zeigt, die drehende Bewegung den Aether dieser Aetherzellen zur Rotation im Sinne der Pfeile π' , die progressive aber zur entgegengesetzten Rotation an; da letztere, wenn der stationäre Zustand eingetreten ist, verschwindet, so muss dann der Aether in den Zellen B im Sinne der Pfeile π' rotiren und der Inductionsstrom aufhören. Würde man, nachdem der stationäre Zustand sich hergestellt, den oberen Strom (in L_1) plötzlich unterbrechen, so würde die Bewegung in den Aetherzellen A erlöschen, in den Zellen B aber fort dauern; es müssen daher die Frictionsmoleküle in L_2 in der Richtung des Pfeiles p_{II} fortgetrieben werden; es entsteht in L_2 ein gleichgerichteter Inductionsstrom, wenn der Strom in L_1 erlischt. Sind in einem Körper mehr oder weniger Frictionsmoleküle enthalten, als im natürlichen Zustande, so ist derselbe positiv oder negativ electric; es entsteht dann unter den Frictionsmolekülen des umgebenden Aethers ein Spannungszustand. Derselbe vermittelt die electrostatischen Wechsel-

wirkungen, ferner verschiebt er in einem benachbarten Leiter die Frictionsmoleküle nach einer bestimmten Seite; er ladet ihn durch Influenz. Da in einem Isolator die Centra der Frictionsmoleküle etwas beweglich sind, so werden dieselben auch dort durch Influenz etwas nach einer Seite geschoben; der Isolator zeigt ebenfalls electriche Wirkung nach Aussen, er wird dielectricch; und zwar ist die Stärke der Wirkung nach Aussen für verschiedene Isolatoren verschieden; ihr Mass ist die „Dielectricitätsconstante“ des betreffenden Isolators. Da die Centra der Frictionsmoleküle in Isolatoren, ähnlich wie die Moleküle fester Körper, verschiebbar sind, so ist leicht erklärlich, dass die Frictionsmoleküle in Isolatoren Transversalschwingungen ausführen können. Maxwell findet, dass diese Transversalschwingungen genau dieselben Eigenschaften wie die Lichtschwingungen besitzen und sich in Luft mit der Lichtgeschwindigkeit fortpflanzen müssen. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit in den Isolatoren muss sich zu der in der Luft verhalten, wie 1 zu der Quadratwurzel der Dielectricitätsconstante des betreffenden Isolators. Nun ist aber der Quotient der für irgend einen Körper geltenden Lichtgeschwindigkeit in die für die Luft geltende Lichtgeschwindigkeit der Berechnungsquotient dieses Körpers, es ist also, nach Maxwell's Theorie, der Lichtberechnungsquotient die Quadratwurzel aus der Dielectricitätsconstante. Die Gesetze der magnetischen und electricchen Fernwirkung, sowie der galvanischen Induction lassen sich somit aus der Maxwell'schen Anschauung erklären — ich beanspruche übrigens in diesem Vortrage keineswegs eine exacte Begründung der Maxwell'schen Theorie gegeben zu haben, welche ohne Mathematik nicht möglich ist; derselbe soll nur eine beiläufige populäre Darstellung sein. — Nun ist zwar die Existenz der bisher angenommenen Frictionsmoleküle allerdings höchst unwahrscheinlich; dennoch scheint es mir wegen der schönen Uebereinstimmung der Maxwell'schen Theorie mit der Erfahrung, von welcher natürlich nur durch Lectüre der Originalabhandlungen Maxwell's eine Vorstellung gewonnen werden kann, wünschenswerth, diese Theorie nicht einfach zu verwerfen, sondern vielmehr nach einer Modification derselben trachten, welche deren Wesen beibehält, sie aber auf eine wahrscheinlichere Basis stellt. Vielleicht wäre dies möglich durch Zubhilfenahme einer Idee, welche schon öfter vortheilhaft angewandt wurde. Die mechanische Wärmetheorie lehrt, dass die ponderablen

Moleküle der Körper in beständiger Bewegung begriffen sind; diese Ansicht können wir auch auf die Aethermoleküle übertragen. Nehmen wir an, auch die Aethermoleküle seien in beständiger Bewegung begriffen, so werden darunter auch rotirende Bewegungen vorkommen; die Aethermoleküle werden in Kreisen oder Ellipsen um ihre Ruhelage rotiren. In jedem Volum-Elemente des Aethers werden daher zahlreiche rotirende Bewegungen stattfinden; die Richtungen der Rotations-Axen werden sehr mannigfaltige im Raume sein. Ich nehme wie Maxwell an, dass in einem Magneten die Moleküle rotiren und dass sie dabei den anhaftenden Aether mitnehmen, dass sich ferner auch diese Rotationsbewegungen dem umgebenden Aether mittheilen, aber behufs der Mittheilung möchte ich nicht zu Frictionsmolekülen greifen, sondern diese soll durch einfache hydrodynamische Wechselwirkung vor sich gehen zwischen den Rotationen im Innern des Magnetes und denen, welche schon ursprünglich im äusseren Medium vorhanden waren, wobei freilich die Anwendung der hydrodynamischen Gleichungen in ihrer gewöhnlichen Form nicht unbedingt gestattet ist, da diese voraussetzen, dass sehr viele Nachbarmoleküle immer fast denselben Bewegungszustand haben.

In den verschiedenen Volum-Elementen rotirte der Aether, bevor sich ein Magnet in der Nähe befand, nach den verschiedensten Richtungen im Raume; rotirender Aether ist aber vermöge der Maxwell'schen Rechnungen einem Magneten äquivalent, daher sind die verschiedenen Volum-Elemente gleichsam sehr viele, sehr kleine Magnete mit allen möglichen Richtungen im Raume. Wenn man in diesem ursprünglich vorhandenen Aether plötzlich einen starken Magnet hineinbringt, so wird, wie schon aus den Maxwell'schen Rechnungen folgt, der Magnet alle kleinen Magnetchen richten, und zwar derart, dass ihre magnetischen Axen, also auch ihre Rotations-Axen den Kraftlinien des starken Magnets parallel werden — und dies ist gerade die Annahme, welche Maxwell machen muss, um die magnet-electrischen Erscheinungen zu erklären. Auf diese Weise können wir, ohne die Frictionsmoleküle nöthig zu haben, doch die gleichen Resultate erhalten; es ist klar, dass sich der übrige Gang der Entwicklung ganz ähnlich gestalten muss. Ein electricischer Strom wäre dann ein Fortströmen des Aethers im betreffenden Körper; dieser fortströmende Aether würde wieder auf die Rotationen richtend

wirken, welche in dem umgebenden Aether schon vorhanden waren. Ein electricischer, geladener Körper wäre ein solcher, welcher mehr oder weniger Aether enthält, als im natürlichen Zustande. Ein electricisch polarisirter Körper wäre ein solcher, in welchem der Aether nach einer Richtung hin verschoben erscheint.

Unter der Voraussetzung, dass ein Körper im positiven electricischen Zustande mehr Aether als im unelectricischen enthält, gibt Fig. 8 ein Bild, wie sich die Aetherwirbel in der Umgebung eines cylindrischen Magnetstabes stellen, dessen Nordpol N, dessen Südpol S ist. Im Innern des Magneten rotiren die Moleküle im Sinne der Pfeile von der Gestalt $\circ \rightarrow$. P und Q sind zwei Kraftlinien und zwar geben die Pfeile von der Gestalt \gg die Richtung, nach der ein Nordpol gezogen wurde. Im umgebenden Aether stellen sich die Wirbel so, dass sie im Sinne des Uhrzeigers zu rotiren scheinen, wenn man in der Richtung der Pfeile \gg blickt, also im Sinne der Pfeile von der Gestalt \rightarrow , wenn die kleinen, an der Kraftlinie P perlenschnurartig angereihten Scheibchen die Peripherien von Aetherwirbeln sind. Unter derselben Voraussetzung zeigt Fig. 9 das Arrangement der Aetherwirbel um einen electricischen Strom, in dem der Aether in der Richtung der Pfeile $\circ \rightarrow$ strömt. P ist wieder eine Kraftlinie; die Pfeile \rightarrow geben die Richtung der Aetherwirbel.

Das Licht bestände einfach aus Transversalschwingungen der Aethertheilchen; nun wissen wir, dass eine Fortbewegung des Aethers ein electricischer Strom ist. Daher können wir auch sagen: ein Lichtstrahl besteht aus lauter kleinen electricischen Strömen, welche in Geraden, Kreisen oder Ellipsen, die senkrecht auf der Fortpflanzungsrichtung stehen, fließen. Wir sahen, dass Maxwell fand, dass der Aether derartiger Transversalschwingungen fähig ist und mit Zuhilfenahme der Weber-Kohlrausch'schen electrodynamischen Bestimmungen ihre Fortpflanzungsgeschwindigkeit in Luft zu 310 Millionen Meter fand; dies ist in der That die Lichtgeschwindigkeit. Maxwell findet ferner, dass in allen leitenden Substanzen diese Schwingungen schon nach wenig Wellenlängen verschwinden müssen; dies ist ebenfalls durch Versuche bewahrheitet worden; eine Ausnahme machen nur die Electrolyten. Die Electricitätsleitung in Electrolyten ist eben eine ganz andere, als in Metallen. Man kann daher auch diesen Fall

Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

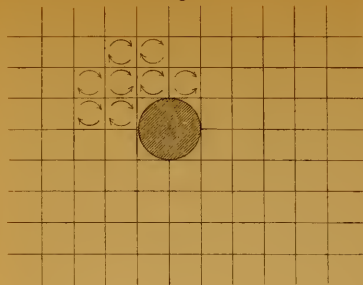


Fig. 4.

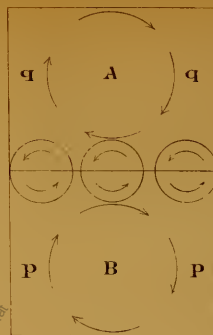


Fig. 5.

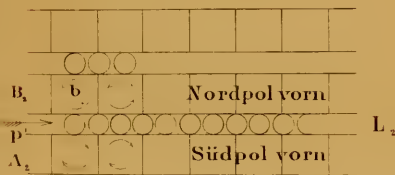
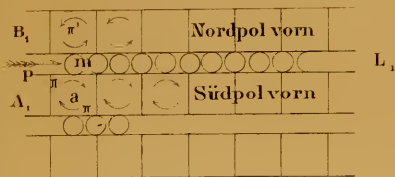


Fig. 6.

Fig. 7.

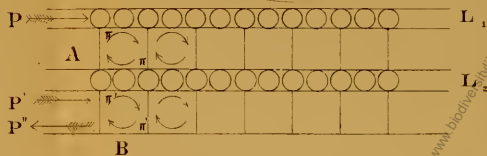


Fig. 9.

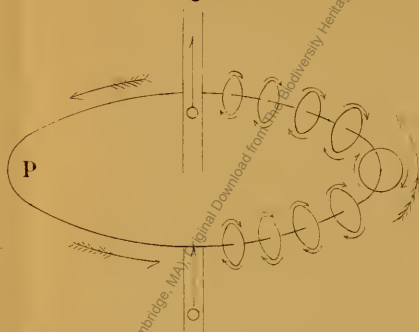
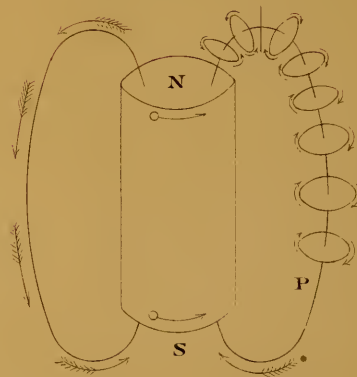


Fig. 8.



Digitized by the Harvard University, Emerit Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Downloaded from The Biodiversity Heritage Library <http://www.biodiversitylibrary.org> www.biodiversitylibrary.org

mit der Maxwell'schen Theorie in Uebereinstimmung bringen. Endlich herrscht noch ein Zusammenhang zwischen der sogenannten Dielectricitätsconstante und dem Brechungsquotienten. Maxwell findet nämlich, dass der Brechungsquotient gleich ist der Quadratwurzel aus der specifischen Inductionsconstante; diese Relation wurde durch Versuche bisher nicht geprüft. Aus den von mir darüber mit mehreren Körpern angestellten Untersuchungen ergab sich dieses Gesetz innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler bestätigt. Würde dieser Zusammenhang der optischen und electrischen Eigenschaften sich zweifellos herausstellen, so wäre der Weg angebahnt, auf dem wir vielleicht in kurzer, vielleicht auch in längerer Zeit zur sicheren Erkenntniss des Wesens der Electricität gelangen könnten, welches bis jetzt noch ein so dunkles Gebiet ist.



Digitized by the Harvard University, Emory Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA). Original Download from The Biodiversity Heritage Library <http://www.biodiversitylibrary.org> www.biodiversitylibrary.org

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark](#)

Jahr/Year: 1873

Band/Volume: [10](#)

Autor(en)/Author(s): Boltzmann Ludwig

Artikel/Article: [Ueber Maxwell's Electricitätstheorie. 25-35](#)