

Sichtbare und unsichtbare Strahlen.*)

Von Ing. Ludwig Loos, Vorstand des Institutes für Gewerbeförderung der Handels- und Gewerbekammer in Reichenberg.

Seit geraumer Zeit überbieten sich die Tagesblätter in der Verbreitung sensationeller Nachrichten über eine hervorragende Entdeckung: Das Radium. Es ist merkwürdig; unsere Tagespresse bringt neben Nachrichten politischer und kommerzieller Natur, neben wirklich Gutem auf dem Gebiete der Sozialpolitik, Kunst und Literatur, hinsichtlich naturwissenschaftlicher Nachrichten nur in seltenen Ausnahmefällen mehr als Reporterweisheit fragwürdiger Art. Wie könnten sonst derart widersinnige Behauptungen kolportiert werden, wie die, man könne mittels eines Grammes Radium die ganze englische Flotte auf die Höhe des Montblanc heben. Vielleicht trägt die vorliegende kleine Arbeit dazu bei, ein im Mittelpunkt des Interesses stehendes Kapitel der Physik dem allgemeinen Verständnis etwas näher zu bringen.

Von allen Strahlungserscheinungen sind uns die Lichtstrahlen am besten bekannt. Wir wissen, das Licht pflanzt sich geradlinig und zwar mit der fabelhaft großen Geschwindigkeit von 300.000 Kilometer in der Sekunde fort. Wir wissen ferner, daß das sogenannte „weiße“ Licht eine Mischung verschiedenfarbigen Lichtes darstellt, welche dem Auge als einheitliche, „weiße“ Farbe imponiert. Durch ein Glasprisma können wir im verdunkelten Raume ein schmales Lichtbündel zur Darstellung eines Lichtbandes benützen, welches die sogen. Regenbogenfarben zeigt u. zw.: rot — orange — gelb — grün — blau — violett.*) Dabei zeigt sich, daß die roten Strahlen am wenigsten, die violetten hingegen am meisten von ihrer ursprünglichen Richtung abgelenkt sind. Der sogenannte Farbkreis, eine mit den Regenbogenfarben in keilsförmigen Flächen bemalte Pappscheibe erscheint weiß, sobald man sie in rasche Drehung versetzt. Dieser Versuch ist gewissermaßen eine Umkehrung der Farbenzerlegung (der Darstellung des Spektrums).

Die Spektralfarben „weißen“ Lichtes treten jedoch nicht bloß bei der Farbenzerlegung durch das Prisma und beim Regenbogen

*) Nach dem gleichnamigen Vortrage des Verfassers, welchen er am 18. Feber 1904 im Vereine der Naturfreunde gehalten hat.

**) Eine weitere Zerlegung einer einzelnen Farbe durch ein Prisma findet nicht statt.

auf, auch Seifenblasen, Glimmerblättchen und dünne Fettschichten auf Wasser zeigen jene prächtigen Farben, selbstverständlich in bescheidenerem Umfange. Newton erkannte ganz richtig, daß diese Erscheinung nur an ganz dünnen Materialschichten auftritt, weshalb man von den „Farben dünner Blättchen“ zu sprechen pflegt. Er legte eine ganz schwach gekrümmte Nonnenlinse auf eine ebene Spiegelglasplatte, wodurch zwischen beiden Platten eine ganz dünne Luftschicht von nach außen zunehmender Dicke entstand und erhielt so die Regenbogenfarben in ringförmiger Anordnung. Aber erst Fresnel fand die richtige Erklärung dafür, welche Young bereits vermutet hatte, nämlich die Wellennatur des Lichtes. Daß man es hier mit Reflexionserscheinungen an der Linse- und der Plattenfläche zu tun hatte, war wohl selbstverständlich. Überraschend war aber das Auftreten einer regelmäßigen Folge einfarbiger und dunkler Ringe, sobald man auf das Newton'sche Farbenglas ein farbiges Licht fallen ließ, das man beispielsweise durch Vorsetzen farbigen Glases erhielt. Durch die Reflexion des Lichtes auf den beiden spiegelnden Flächen addierte sich merkwürdiger Weise Licht und Licht an gewissen Stellen zu — Dunkelheit! Dafür gab es nur eine Erklärung, nämlich die Voraussetzung einer Wellenbewegung.

Jeder in ruhendes Wasser geworfene Körper erzeugt ringförmige Wellen, welche sich vom Orte des Ursprunges nach außen hin fortpflanzen. Treffen sich zwei derartige benachbarte Wellenringssysteme, so treten Überschneidungen der einzelnen Wellenringe auf. Nun wird an vielen Stellen der Fall eintreten, daß ein Wasserteilchen im Sinne des einen Systems nach aufwärts, im Sinne des anderen nach abwärts schwingen soll; das Resultat ist Stillstand des Wasserteilchens. Dort, wo die Wellenbewegung der beiden Wellenzüge gleiche Richtung der schwingenden Wasserteilchen mit sich bringt, tritt eine Verstärkung, bei ungleichsinniger Bewegungsrichtung eine Verschwächung oder Aufhebung der Schwingung ein, letzteres, wenn der Wellenberg des einen Systems mit dem Wellentale des anderen zusammentrifft, der Gangunterschied also eine halbe Wellenlänge beträgt. Beruht das Licht auf einer Wellenbewegung, so ist auch leicht einzusehen, daß zwei Strahlen gleicher Wellenlänge bei einem Gangunterschied von einer halben Wellenlänge sich aufheben und somit Dunkelheit ergeben müssen.

Eine Nachprüfung dieser Hypothese hat ergeben, daß sie für alle optischen Erscheinungen eine zwanglose Erklärung zuläßt und daher Existenzberechtigung besitzt. Aus der Annahme der Wellenbewegung des Lichtes ergab sich aber notwendiger Weise die Annahme eines Trägers dieser Bewegung und als solcher wurde ein äußerst fein verteilter, das ganze Weltall erfüllender Stoff, der Lichtäther oder Äther kurzweg, angenommen. Maxwell hat diese Anschauung weiter ausgebildet und mit hervorragender mathematischer Schärfe präzisiert; er ist aber auch zu dem Schlusse gekommen,

daß alle magnetischen, elektrischen und optischen Erscheinungen nur graduell verschieden, im Grunde aber nichts anderes seien, als Wirkungen des Äthers. Auf die Verwandtschaft zwischen Licht und Elektrizität weist schon die numerisch gleiche Fortpflanzungsgeschwindigkeit und die Fähigkeit beider Naturkräfte hin, Räume zu durchdringen, die nach allgemeinen menschlichen Begriffen als leer anzusehen sind. So genial Maxwells Theorie auch war, es fehlte ihr die experimentelle Stütze, bis es Herz gelang, elektrische Wellen nachzuweisen. Herz zeigte, daß in der Umgebung elektrischer Funkenentladungen Fernwirkungen auftreten, die sich an den Enden eines nicht ganz geschlossenen Drahtringes durch mikroskopische elektrische Funken nachweisen lassen. Herz zeigte ferner, daß diese Fernwirkungen in gradliniger Fortpflanzung rings um die Funkenentladung im Raume sich strahlenförmig ausbreiten, daß diese Strahlen reflektiert und gebrochen werden können wie Lichtstrahlen. Das Verfolgen dieser Erscheinungen im Wege der Betrachtung ganz kleiner Fünkchen war jedoch ungemein mühsam und wenig anschaulich. Einer Entdeckung des Physikers Branly ist es zu danken, die Wirkung elektrischer Wellen bequem nachweisen und beobachten zu können. Branly fand, daß Metallspäne, welche locker zwischen zwei Metallklötzchen in einer Glasröhre liegen, dem Durchgange elektrischen Stromes einen so großen Widerstand entgegensetzen, daß bei schwächeren Strömen dieser Apparat (Cochärer oder Fritter genannt) als Stromunterbrechung wirkt. Treffen aber elektrische Wellen das Metallpulver, so wird es selbst für sehr schwache Ströme leitend und bleibt es — auch nach Aufhörng des Einflusses durch elektrische Wellen — so lange, bis das Pulver durch leises Klopfen erschüttert wird. Schaltet man nun an einen solchen „Fritter“ ein galvanisches Element und eine elektrische Klingel hintereinander, so bleibt der Apparat wirkungslos, bis der Fritter von elektrischen Wellen getroffen wird, diese bringen — selbst bei Überspringen eines einzigen elektrischen Funkens in der Umgebung — die Schelle durch den Fritter zum Erönen, bis eine kleine Erschütterung das Metallpulver wieder sozusagen nicht leitend macht. Damit war ein bequemes Mittel gegeben, elektrische Wellen zu erkennen, auf welche die Sinnesorgane des Menschen nicht ansprechen. Diese hochinteressanten und wissenschaftlich ungemein wichtigen Erscheinungen konnten der Allgemeinheit kein wesentliches Interesse abgewinnen — es gab ein interessantes Experiment mehr, das war alles.

„Grau, teurer Freund, ist alle Theorie,
Und grün des Lebens gold'ner Baum.“

Ein junger italienischer Ingenieur, namens Marconi, hat vor wenigen Jahren die Herz'schen Versuche praktisch anzuwenden begonnen, um mittels elektrischer Wellen telegraphische Nachrichten zu vermitteln. Marconi gilt mit Recht als Erfinder der sog. draht-

losen Telegraphie — richtiger der Wellentelegraphie. Das Wesen derselben ist grundsätzlich folgendes: Mittels einer Stromquelle und eines Stromschlüssels (Taster) wird ein kräftiger Funkeninduktor derart betätigt, daß die Funkenentladungen in rhythmischer Folge, den Morse-Zeichen entsprechend, erfolgen. Dadurch breiten sich in gleicher zeitlicher Folge elektrische Wellen im Raume aus und wirken in der Empfangsstation auf den Fritter. Jede Wellensendung macht den Fritter leitend, wodurch ein Telegraphenapparat betätigt wird; um den Fritter nach jedesmaligem Eintreffen von Wellen wieder zu „entfritten“, d. h. nichtleitend zu machen, wird ein elektrischer Klopfer (ähnlich den elektrischen Hausklingeln) angewendet. Die Erfindung Marconis wurde von Braun, Arco, Slaby u. A. wesentlich verbessert. Es ist gelungen, durch Anwendung größerer Energiemengen und durch Verfeinerung der Apparate ziemlich erhebliche Entfernungen zu überwinden. Die Behauptung Marconis, von Europa über den Ozean mittels der Wellentelegraphie einige Zeichen nach Amerika gesandt zu haben, wird mit Recht bezweifelt.

Im allgemeinen breiten sich die elektrischen Wellen von ihrem Entstehungsort nach allen Richtungen im Raume aus. Durch besondere Anordnungen ist es zwar gelungen, die Wellen zum Teile abzublenden und das Strahlenbüschel einzuschränken; gleichwohl kann jeder mit der Sache Vertraute im Wege der Fortpflanzungsrichtung der Wellen leicht Depeschen der Wellentelegraphie abfangen. Von einer Geheimhaltung der Depeschen kann also nicht die Rede sein. Schon aus diesem Grunde erscheint eine Konkurrenz zwischen der bestehenden elektrischen Telegraphie und der Wellentelegraphie auf ein recht bescheidenes Maß beschränkt. Von großer Bedeutung kann jedoch die Wellentelegraphie für den Seeverkehr, den Hafen- und Küstendienst sowie für Kriegszwecke werden.

Herz hat durch seine klassischen Versuche der Maxwell'schen Hypothese der elektromagnetischen Lichttheorie ein festes Fundament gegeben; ihm war es vorbehalten, frühere Vermutungen über den ursächlichen Zusammenhang von Licht und Elektrizität zur Gewißheit zu erheben. Einen wichtigen Ausgangspunkt für diese Vermutungen gab vermutlich die längst erkannte Tatsache, daß die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes und des elektrischen Stromes die gleiche ist. Davon ausgehend, dachte Tesla noch vor Erfindung der Wellentelegraphie daran, den elektrischen Strom, der bisher an Drahtleitungen gebannt war, frei durch den Raum zu senden. Die Vermutung Teslas war, daß Wechselstrom sich gradlinig fortpflanzen müsse, sobald die Wechselzahl der Schwingungszahl des Lichtes nahekäme. Um aber Wechselströme von so hoher Frequenz zu erzeugen, bedurfte es besonderer Apparate, welche Tesla in genialer Weise ersann. Tesla benützte als Stromquelle einen Funkeninduktor. Die Schwingungsdauer von Funkenstrecken beträgt etwa den fünftausendmillionsten Teil einer Sekunde, während die Licht-

Schwingungen im sichtbaren Teil des Spektrums die Frequenz dieser Funkenentladungen reichlich 100.000 mal übertrifft, denn diese Schwingungszahlen betragen 400 bis 770 Billionen in der Sekunde. Tesla transformierte den Strom der Funkenentladungen, indem er ihn durch eine Spule von starkem Kupferdraht sandte und in diese Spule eine zweite Spule mit vielen Windungen dünnen Kupferdrahtes brachte. So erhielt Tesla in der zweiten Spule hochfrequente Wechselströme, deren Spannung hunderttausende von Volt beträgt. Diese Ströme breiten sich frei im Raume aus und geben zwischen metallischen Leitern interessante Lichteffekte. Der Traum Teslas, damit das Licht der Zukunft zu finden, erfüllte sich aber nicht, denn diese Lichteffekte eignen sich ebensowenig zur Beleuchtung wie Geißler'sche Röhren. Die interessanteste Wahrnehmung war aber zweifellos die, daß die „Tesla-Ströme“ für den menschlichen Körper unschädlich und harmlos sind, während Wechselstrom von 1000 Volt Spannung sicher tödlich wirkt.

Wenden wir uns nun einer anderen Art elektrischer Erscheinungen zu, welche uns wieder mit neuen Arten von Strahlen bekannt machen wird. Damit der elektrische Funke einen Luftraum von 5 bis 6 Millimeter durchbricht, muß eine Spannung von 5000 bis 20.000 Volt vorhanden sein. Zum Durchschlagen eines Luftraumes von 20 Millimeter gehört eine Spannung, welche gegen 50.000 Volt beträgt. Setzt man zwischen die Entladungspunkte eines Funkeninduktors von einigen Zentimeter Schlagweite eine geschlossene Glasröhre, aus welcher die Luft teilweise ausgepumpt ist, so durchbricht der elektrische Strom je nach dem Grade der Luftverdünnung eine wesentlich größere Strecke. Dabei treten aber nicht mehr Funkenentladungen, sondern folgende interessante Erscheinungen auf: Beträgt der absolute Druck etwa 40 bis 50 Millimeter Quecksilbersäule, so zeigen sich an den in die Röhrenden eingeschmolzenen Platindrähten (Elektroden) nur ganz schwache und kurze bläuliche Strahlen. Bei einem Druck von 6 bis 8 Millimeter zeigt sich in der Röhre ein violettes Lichtband, welches von einer Elektrode bis zur anderen reicht, jedoch nicht gradlinig verläuft und auch seine Gestalt ändert. Bei weiterer Verdünnung, etwa zwischen 3 und 1 Millimeter Quecksilbersäule zeigt sich die ganze Röhre von matt violetterm Lichte erfüllt und es kann etwa bei 1 Millimeter Druck eine Querschichtung der Lichtsäule wahrgenommen werden, was für die Wellennatur der elektrischen Entladungsercheinungen spricht. Treibt man die Luftverdünnung noch weiter, so zeigt sich zunächst in der Mitte der Röhre ein dunkler Raum, welcher mit wachsender Verdünnung sich immer mehr ausbreitet, bis die negative Elektrode (Kathode) vollständig dunkel erscheint und nur an der positiven Elektrode (Anode) ein schwaches Glümmlicht übrig bleibt. Wenn dann das positive Glümmlicht nahezu verschwunden ist, zeigt sich eine neue Erscheinung. Bei einem Drucke von etwa

ein Tausendstel Millimeter Quecksilberfäule sendet die Kathode unsichtbare Strahlen aus, welche dort, wo sie auf die Glaswand auf-
 treffen, diese so stark zum Phosphoreszieren bringen, daß man die
 Erscheinung in einem nicht zu hellen Zimmer selbst bei Tage wahr-
 nehmen kann. Hittorf, der Entdecker dieser Strahlen, nannte sie
 Kathodenstrahlen. Diese Strahlen haben außerordentlich merkwürdige
 Eigenschaften. Sie gehen nicht von einer Elektrode zur
 anderen, sondern pflanzen sich von der Kathode aus gradlinig fort,
 gleichviel, ob die Anode in dieser Richtung liegt oder sich an einem
 beliebigen anderen Punkte der Röhre befindet; sie bringen nicht
 bloß die Röhrenwand, sondern jeden unmetallischen Körper zum
 Phosphoreszieren und erwärmen ihn. Die Erwärmung der Glas-
 wand führt bei längerer Einwirkung bis zur Erweichung des Glases,
 welches dann durch den Druck der Luft nach innen durchbrochen wird.
 Die Kathodenstrahlen werden unter dem Einflusse eines Magneten
 abgelenkt, ebenso tritt eine Ablenkung der Strahlen durch statische
 Elektrizität ein. Am interessantesten ist aber die mechanische Wirkung
 der Kathodenstrahlen; leicht bewegliche Körper, welche man in die
 Röhre bringt, werden von den Kathodenstrahlen in der Strahlenrichtung
 bewegt. Daraus schließt man, die Kathodenstrahlen bestünden in
 ungemein kleinen Gasteilchen, welche von der Kathode gradlinig
 fortgeschleudert werden. Während alle anderen Metalle für
 Kathodenstrahlen undurchlässig sind, hat sich nach einem Versuche
 von Herz gezeigt, daß sie ganz dünne Aluminiumplättchen zu
 durchdringen vermögen. Erst diese Entdeckung machte es möglich,
 die Kathodenstrahlen aus der Röhre herauszutreten zu lassen, was
 Lenard dadurch bewerkstelligte, daß er in die Hittorf'sche Röhre ein
 Aluminiumfensterchen einsetzte.

Am Anfange des Jahres 1896 entdeckte Röntgen eine neue
 Strahlenart, welche als Begleiter der Kathodenstrahlen auftreten
 und nannte sie bescheidener Weise X-Strahlen; heute spricht man
 nurmehr von Röntgenstrahlen. Diese unsichtbaren Strahlen bringen
 einige Metallsalze zum Phosphoreszieren, durchdringen mit Ausnahme
 der Metalle in stärkerem oder geringerem Grade alle Körper und wirken
 auf photographische Trockenplatten ähnlich wie Lichtstrahlen. Diese
 merkwürdigen Eigenschaften der Röntgenstrahlen haben zu höchst
 interessanten praktischen Anwendungen geführt. Verschließt man
 eine Trockenplatte luftdicht in einer Kassette, legt auf dieselbe einen
 Metallkörper (Münze, Schlüssel) und läßt nun Röntgenstrahlen von
 außen auf den Metallkörper auffallen, so kann man nach entsprechend
 langer Einwirkung der Strahlen und nach Entwicklung der Platte auf
 dieser das Negativbild des Metallkörpers beobachten und nach dem
 Negativ photographische Bilder davon herstellen. Legt man statt einer
 Münze oder eines Schlüssels die Hand auf die Kassette, so erhält man
 bei gleichem Verfahren wie früher auf der Platte ein Negativ der
 Hand, welches aber nicht nur die

Umrisse wiedergibt, sondern auch die Knochen heben sich deutlich von den Fleischpartien ab. Man hat weiters die Eigenschaft der Röntgenstrahlen, gewisse Metallsalze, z. B. Kaliumplatinchlorid, zum Phosphoreszieren zu bringen, zu einer sichtbaren Wirkung der Röntgenstrahlen zu verwenden verstanden. Läßt man die Strahlen auf einen Teil des menschlichen Körpers, z. B. auf die Hand auffallen, und stellt dahinter einen mit dem genannten Salze bestrichenen Schirm, so kann man im Dunkeln ein Schattenbild der Muskeln und Knochen der Hand auf dem Schirme beobachten. Dieser Versuch läßt sich aber auch bei Tageslicht ausführen. Zu diesem Zwecke setzt man auf den Schirm und zwar auf die wirksame Seite einen Kasten, welcher eine mit Plüsch verkleidete Öffnung besitzt, so daß man den Apparat luftdicht an das Gesicht drücken kann. Mittelfst dieses Apparates — Kryptoskop — kann man bei entsprechender Anordnung der Röntgenröhre vor dem menschlichen Körper nicht bloß Fremdkörper wie Nadeln und Projektile im Körper auffuchen, Knochenbrüche konstatieren, den Heilungsprozeß solcher Brüche verfolgen, sondern man kann sogar die Bewegung des Herzens und des Zwerchfelles beobachten. So haben die Röntgenstrahlen in der medizinischen Wissenschaft zu diagnostischen Zwecken Anwendung gefunden. Man hat aber auch versucht, diese Strahlen therapeutisch zu verwerten, weil sie bei längerer Einwirkung ziemlich weitgehende Veränderungen des Hautgewebes verursachen. Diese Versuche haben bis jetzt noch zu keinem abschließenden Resultate geführt.

Becquerel untersuchte, angeregt durch die interessanten Eigenschaften der Röntgenstrahlen, eine große Anzahl von Körpern daraufhin, inwieweit sie die Eigenschaft der Phosphoreszenz besäßen. Bei diesen Versuchen machte er eine sehr merkwürdige Entdeckung; er fand, daß einige Körper, insbesondere das Uran und das Uranpecherz ohne vorherige Belichtung und ohne irgend welche Beeinflussung unsichtbare Strahlen aussenden, welche andere Körper zum Phosphoreszieren bringen und auf die photographische Platte wirken. Das Merkwürdigste aber war die jahrelange Dauer dieser Ausstrahlung, ohne daß irgend eine Veränderung des ausstrahlenden Körpers wahrgenommen werden konnte. Auf Veranlassung Becquerels untersuchte Madame Curie und später auch ihr Gatte auf chemischem Wege die ausstrahlenden Körper, hauptsächlich Baryum- und Uranverbindungen. Es gelang den Curies, einen bisher unbekannten Körper abzuscheiden, welcher dauernd die Fähigkeit der Strahlenausendung in millionenfach höherem Maße besitzt als das ursprüngliche Mineral. So führte die Entdeckung der Becquerelstrahlen zur Entdeckung eines neuen Grundstoffes, des Radiums. Die Radiumsalze werden unter dem Einfluß der Ausstrahlung dauernd selbstleuchtend. Sie verleihen anderen Körpern für eine Zeit Radioaktivität, d. h. die Fähigkeiten der Strahlenausendung, wirken ungemein kräftig auf die photographische Platte und zer-

stören bei längerer Einwirkung tierische Gewebe. Außer dem Radium wurden noch einige ähnliche Stoffe, das Polonium, Aktinium, Radiotellur und radioaktives Thor hergestellt. Wenn auch die Radioaktivität dieser Substanzen nicht bezweifelt werden kann, so ist doch die Existenz des Poloniums und Aktiniums als tatsächlich neue Elemente noch nicht sichergestellt.

Die wissenschaftlichen Arbeiten über Radium und andere radioaktive Körper sind bei weitem noch nicht abgeschlossen und daher bestehen zur Zeit über die Natur dieser merkwürdigen Erscheinungen nur Vermutungen. Wahrscheinlich ist es, daß diese Strahlung, deren Fortpflanzungsgeschwindigkeit reichlich halb so groß ist als jene des Lichtes, nichts anderes ist, als das Abschleudern winziger Körperchen, deren Größe man zum zwölfmillionsten Teil eines Wasserstoffatoms berechnet hat. Man hat es bei den Radiumstrahlen erwiesenermaßen mit drei Strahlengattungen zu tun, welche zum Teile magnetische Ablenkungen erfahren, verschieden stark auf photographische Platten wirken und auch in verschiedenem Maße von der Luft und anderen Körpern absorbiert werden. Fest steht, daß diese merkwürdige Erscheinung trotz jahrelanger Dauer noch keine Gewichtsabnahme der ausstrahlenden Körper beobachten ließ, obwohl man es ohne Zweifel mit einer ziemlich erheblichen Energieabgabe zu tun hat, worauf insbesondere der Umstand hinweist, daß die Temperatur der Radiumsalze immer etwas höher ist, als jene der umgebenden Luft. Senden die radioaktiven Körper tatsächlich fortwährend Elektronen aus, jene kleinsten Teile, welche man als Urmaterie anzusprechen geneigt ist? Sind die chemischen Elemente wirklich nicht die letzten Einheiten der Körper? Beruht die Energieausstrahlung vielleicht auf einer Umwandlung der Stoffe, welche jenseits der chemischen Begriffe liegt? Noch wissen wir es nicht, wir dürfen aber hoffen, daß es den Forschungen der vielen auf diesem Gebiete tätigen Gelehrten gelingen wird, den Triumphen der exakten Wissenschaften des letzten Jahrhunderts am Beginne des zwanzigsten Jahrhunderts einen neuen hinzuzufügen, die Erklärung der Radioaktivität. Ob dann die bestehenden naturwissenschaftlichen Anschauungen eine Bestätigung erhalten, ob neue an ihre Stelle treten werden, jedenfalls werden wir damit der Erkenntnis des geheimnisvollen Waltens der Natur um ein gutes Stück näher gerückt. Dürfen wir dann hoffen, eine monistische Erklärung aller physikalischen Vorgänge zu erhalten, oder werden sich neue Probleme vor uns aufstürmen? Fast glaube ich das letztere.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mittheilungen aus dem Vereine der Naturfreunde in Reichenberg](#)

Jahr/Year: 1904

Band/Volume: [35_1904](#)

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

Artikel/Article: [Sichtbare und unsichtbare Strahlen 24-31](#)