

**Zeitschrift:** Schweizerische pädagogische Zeitschrift  
**Band:** 24 (1914)  
**Heft:** 1

**Artikel:** Fortschritte der Physik im Jahre 1913  
**Autor:** Wolfke, A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-789249>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 02.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Fortschritte der Physik im Jahre 1913.

Von Dr. M. Wolfke, Privatdozent, Zürich.

Das Jahr 1913 hat in der Physik keine bahnbrechenden Überraschungen gebracht, immerhin sind im Laufe dieses Jahres sehr wichtige Fortschritte auf allen Gebieten der Physik zu verzeichnen.

Zu den interessantesten Errungenschaften gehören wohl die Resultate der theoretischen und experimentellen Forschungen auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen. Die früher schon von Bragg gefundene Reflexion der Röntgenstrahlen an Kristallflächen und die von Friedrich, Knipping und v. Laue entdeckten Interferenzen derselben lassen wohl keinen Zweifel mehr aufkommen, dass die Röntgenstrahlen elektromagnetische Wellen sind und sich von den Lichtstrahlen nur durch ihre sehr geringe Wellenlänge unterscheiden. Nach v. Laue ist die Wellenlänge der Röntgenstrahlen von der Grössenordnung  $10^{-9}$  cm, also ca.  $\frac{1}{10000}$  der Grössenordnung der Lichtwellen. Die gegenseitige Entfernung der Molekel im Innern eines Körpers beträgt im Durchschnitt  $10^{-8}$  cm, sie ist also grösser als die Wellenlänge der Röntgenstrahlen. Dementsprechend verlieren alle Körper den Röntgenstrahlen gegenüber ihren kontinuierlichen Charakter, was zur Folge hat, dass die üblichen Brechungs- und Reflexionsgesetze der Lichtstrahlen für Röntgenstrahlen nicht mehr gelten. Die amorphen Körper, wie früher schon Barkla gefunden hat, verhalten sich in bezug auf die Röntgenstrahlen, wie die trüben Medien dem Licht gegenüber. Wesentlich anders stellen sich diejenigen Körper, die eine bestimmte Gesetzmässigkeit in der räumlichen Verteilung ihrer Moleküle, d. h. einen geordneten inneren molekularen Bau besitzen, wie das bei den Kristallen der Fall ist. Ein solcher Körper verhält sich in bezug auf die Röntgenstrahlen ähnlich, wie ein Dispersionsgitter im Verhältnis zum Licht; unter Dispersionsgitter verstehen wir dabei im allgemeinen eine durchsichtige Fläche, auf der eine Schar von feinen Strichen, oder ein Netz von Linien in geordneter Weise angebracht ist. Lässt man durch ein solches Gitter ein Lichtbündel hindurch, so entsteht eine Beugungserscheinung, und dieses Lichtbündel teilt sich beim Durchgang durch das Gitter in eine Anzahl von Lichtmaxima, die in bestimmten Richtungen liegen, je nach der Struktur des Gitters. Eine ähnliche Erscheinung zeigt sich beim Durchgang der Röntgenstrahlen durch einen kristallinen Körper: Das betreffende Röntgenstrahlenbündel weist nach dem Durchgang durch ein Kristall eine Schar von Maximis auf, die in allen Richtungen nach bestimmten Gesetzen verteilt sind. Allerdings haben wir hierbei nicht mit einer Fläche zu tun, sondern mit einem Raumgebilde d. h. einem sogenannten Raumgitter, bei welchem die Erscheinungen viel komplizierter sind, als bei einem gewöhnlichen Dispersionsgitter. Wäre es möglich alle die auf diese Weise erhaltenen Röntgenstrahlenmaxima durch ein geeignetes optisches System zur Interferenz zu bringen, so würden wir das direkte Bild des betreffenden Raumgitters erhalten — so wie die Interferenz der Beugungsspektren eines Dispersionsgitters im Mikroskop das Bild des betreffenden Gitters erzeugt. Da aber die Röntgenstrahlen

wie schon früher erwähnt, den Gesetzen der Brechung des Lichtes nicht folgen, so sind wir nicht imstande ein derartiges Röntgenstrahlenmikroskop herzustellen. Trotzdem lassen sich aus der Verteilung der Röntgenstrahlenmaxima und aus der Abhängigkeit dieser Verteilung von der Lage des untersuchten Körpers gewisse Schlüsse auf seinen molekularen Bau ziehen. Auf diesem Wege versucht Bragg ein molekulares Bild mancher Kristalle zu entwerfen. Diese Forschung ist erst im Anfangsstadium, verspricht aber nicht nur für die Röntgenoptik, sondern auch vor allem für die Kristallographie und für die nähere Kenntnis des inneren molekularen Baues der Körper sehr wichtige Aufschlüsse.

Weitere interessante Forschungen wurden auf dem Gebiete der Radioaktivität ausgeführt. Die Unabhängigkeit der Geschwindigkeit des radioaktiven Zerfalls von den äusseren Bedingungen und vor allem von der Temperatur wurde durch neue Messungen von Frau Curie und Kamerlingh Onnes in dem berühmten Kältelaboratorium zu Layden mit noch grösserer Genauigkeit bestätigt. Diese Messungen wurden bei der Temperatur des flüssigen Wasserstoffs, d. h. bei  $20,3^{\circ}$  der absoluten Temperatur ausgeführt, wobei sich nach ca.  $1\frac{1}{2}$  Stunden noch kein Einfluss dieser Temperatur auf die Intensität des untersuchten Präparates zeigte. Das vergebliche Suchen nach einem Zusammenhang des radioaktiven Zerfalls mit äusseren Bedingungen weist immer deutlicher darauf hin, dass der radioaktive Zerfall ein rein intraatomistischer Vorgang ist. Man muss sich das radioaktive Atom als einen sehr komplizierten Aufbau von positiven  $\alpha$ -Teilchen und negativen  $\beta$ -Teilchen denken. Ein solches Atom zerfällt durch unbekannte innere Ursachen mit einem grossen Verluste von innerer Energie. Es werden hierbei mehrere  $\alpha$ - und  $\beta$ -Teilchen aus dem Innern des zerfallenden Atoms ausgeschleudert. Dieser Zerfall geht nicht stetig vor sich, sondern explosionsartig, stufenweise von einem Zerfallstadium zum anderen. Diese einzelnen Zerfallstadien eines solchen Atomes sind die verschiedenen Gleichgewichtskonfigurationen seiner  $\alpha$ - und  $\beta$ -Teilchen. Diese Umwandlungen eines radioaktiven Atomes nennen sich je nach den ausgeschleuderten Teilchen  $\alpha$ - bzw.  $\beta$ -Umwandlungen. Soddy und andere Gelehrte haben gefunden, dass durch eine jede solche Umwandlung sich die chemischen Eigenschaften des zerfallenden Atomes nach bestimmten allgemeinen Gesetzen ändern. Reiht man nämlich alle diese Zwischenglieder ein und derselben radioaktiven Kette nach ihren Eigenschaften in das bekannte periodische System der Elemente ein, so zeigt sich, dass sie alle in ein und derselben Reihe stehen, aber bei jeder neuen Umwandlung die Gruppe ändern. Nach einer  $\alpha$ -Umwandlung springen sie in die zweitnächste Gruppe nach links, und nach einer  $\beta$ -Umwandlung in die nächste höhere Gruppe nach rechts. Auf Grund derartiger Gesetzmässigkeit im radioaktiven Zerfall wurden Versuche gemacht alle chemischen Elemente als Zwischenglieder einer, oder mehrerer radioaktiven Familien zu betrachten und ihre Atome als verschiedene Verbindungen von ein paar Uratomen aufzufassen. Derartige Gedanken muss man jedoch vorläufig noch als mehr oder weniger glückliche Spekulationen betrachten, da das experimentelle Material zu diesen allgemeinen Schlussfolgerungen nicht hinreichend ist.

In bezug auf Elektronen wurden interessante Messungen der Ladung

eines elektrischen Elementarquantums von Ehrenhaft in Wien ausgeführt. Diese schon in früheren Jahren begonnenen Messungen wurden jetzt mit grösserer Genauigkeit durchgeführt. Das Prinzip der Messung ist folgendes: Es werden durch Zerstäubung sehr kleine ultramikroskopische Quecksilberkügelchen, deren Radius von der Grössenordnung  $10^{-5}$  cm ist, hergestellt. Diese Kügelchen erweisen sich dann als geladen. Man beobachtet mittels eines Ultramikroskopes einmal die Fallgeschwindigkeit eines solchen Kügelchens in einem Gase unter der Einwirkung der Schwerkraft, alsdann die Steiggeschwindigkeit desselben geladenen Kügelchens in einem bestimmten elektrischen Feld, das zwischen zwei Kondensatorplatten erregt wird. Aus diesen beiden Beobachtungen lässt sich die elektrische Ladung des Kügelchens berechnen. Die Resultate ergaben überraschender Weise Werte, die bedeutend kleiner sind, als der des bis jetzt als kleinstes geltenden Elementarquantums. Daraus schliesst Ehrenhaft, dass das Elektron und das Wasserstoffion keine unteilbaren elektrischen Elementarquanta sind was im Widerspruch mit dem Fundamentalsatze der Elektronentheorie steht. Dieser Schluss ist allerdings sehr gewagt, und man muss wohl eher annehmen, dass die Versuche auf eine neue molekulare Erscheinung deuten, die die bis jetzt unbekannte Ursache dieser überraschenden Resultate in sich birgt.

Auch das Verhältnis  $\frac{e}{m}$  der Ladung zur Masse und die Abhängigkeit der Masse eines Elektrons von seiner Geschwindigkeit wurden nach Buchererschen Methode von Neumann in Breslau genau gemessen. Die bekannte Methode beruht darauf, dass im Vakuum das von einem Radiumpräparat ausgehende, möglichst parallele Bündel von  $\beta$ -Teilchen gleichzeitig einem magnetischen und senkrecht dazu einem elektrischen Feld ausgesetzt wird. Diese beiden Felder erzeugen eine Ablenkung der  $\beta$ -Teilchen, je nach der Geschwindigkeit derselben. Durch Auffangen der abgelenkten  $\beta$ -Teilchen mittels einer photographischen Platte lässt sich die Ablenkung genau messen und daraus das Verhältnis  $\frac{e}{m}$  in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit der Elektronen bestimmen. Diese Versuche wurden mit grosser Genauigkeit ausgeführt und sind zugunsten der Relativitätstheorie gegen die Abrahamsche Theorie eines starren Elektrons ausgefallen. ||

Die bekannte Einsteinsche Relativitätstheorie, die sich bis jetzt als eine in jeder Hinsicht sehr wertvolle Errungenschaft der theoretischen Physik, als auch von grosser philosophischer Tragweite gezeigt hat, wurde von Einstein selbst verallgemeinert, indem er sie mit seiner neuen Gravitationstheorie verschmolzen hat. Den Grundgedanken dieser Gravitationstheorie sprach Einstein schon vor einigen Jahren aus, jetzt jedoch erst kleidete er ihn in eine allgemeine und mathematisch sehr elegante Form. Die früheren experimentellen Untersuchungen von Eötvös haben mit einer sehr grossen Genauigkeit bis auf ein Zwanzigmillionstel gezeigt, dass die träge Masse eines Körpers seiner schweren Masse gleich ist. Einstein nimmt nun an, dass zwischen diesen beiden Massen nicht nur eine quantitative Gleichheit besteht, aber dass sie im physikalischen Wesen miteinander identisch sind. Diese sogenannte „Äquivalenzhypothese“ bildet den Ausgangspunkt der neuen Gravitationstheorie. Hierbei wird ein Schwerfeld

mit einem gleichmässig beschleunigten System identifiziert, so dass eins das andere physikalisch vollkommen ersetzt. Dieser Gedanke wird durch folgende Erläuterung von Einstein selbst verbildlicht: „Ein in einem Kasten eingeschlossener Beobachter kann auf keine Weise entscheiden, ob der Kasten sich ruhend in einem statischen Gravitationsfelde befindet, oder ob sich der Kasten in einem von Gravitationsfeldern freien Raume in beschleunigter Bewegung befindet, die durch an dem Kasten angreifende Kräfte aufrecht erhalten wird.“ Die Trägheit eines Körpers wird in der neuen Theorie durch Wechselwirkungen zwischen ihm und den anderen ihn umgebenden Körpern erklärt. In der alten Relativitätstheorie war die Lichtgeschwindigkeit als eine absolute universelle konstante angenommen in dieser neuen Theorie jedoch verliert sie diesen Charakter: sie ist nur dort konstant, wo das Gravitationspotential das gleiche bleibt, ändert sich aber mit dem gravitationspotential und ist von ihm abhängig. Demzufolge müssten die Lichtstrahlen von materiellen Körpern abgelenkt werden und zwar so als ob sie durch dieselben angezogen würden. Diese Ablenkung dürfte allerdings sehr klein sein, aber doch z. B. bei den Strahlen die von den Sternen kommen und nahe am Rande der Sonne vorübergehen würde diese, durch die Sonne verursachte, Ablenkung 0,83 Bogensekunden betragen, was noch im Bereiche der astronomischen Beobachtungen liegt. Die entsprechenden Beobachtungen werden während der Sonnenfinsternis im August 1914 ausgeführt werden. Hoffentlich tragen diese Messungen dazu bei die kühne Theorie des genialen Züricher Forschers zu bestätigen.

Im Dezember 1913 erschien in allen Zeitungen die sensationelle Nachricht, dass Lummer in Breslau die Verflüssigung der Kohle gelungen sei. Bis jetzt ist nichts näheres in den Fachschriften erschienen, jedoch auf Grund seiner früheren Versuche dürfte es sich hier um eine Verflüssigung der Kohlenelektroden beim elektrischen Lichtbogen handeln, was auch die Zeitungen angedeutet haben. Der erste Gedanke bei dieser Nachricht, der nahe liegt ist die Frage der Möglichkeit der Herstellung von Diamanten auf künstlichem Wege. Leider genügt es dazu nicht den Kohlenstoff in flüssigen Zustand zu bringen, da er unter normalen Verhältnissen zum Graphit auskristallisiert, der die stabilste allotropische Form des Kohlenstoffes ist. Man vermutet, dass in der Natur nur unter sehr grossem Druck Diamantenkristalle entstanden sind.

