11. *Versuche an Becquerelstrahlen; von J. Elster und H. Geitel.*

Die von Hrn. Becquerel entdeckte Eigenschaft des Urans und seiner Verbindungen, andauernd Strahlen auszusenden, die ähnlich wie die Röntgenstrahlen photographisch wirksam sind und wie diese der Luft und anderen Gasen ein electrisches Leitvermögen ertheilen, hat trotz vielfacher Bemühungen noch nicht auf eine bekannte Energiequelle zurückgeführt werden können.

Nun sind in letzter Zeit zwei Vermuthungen über den Ursprung jener Strahlen ausgesprochen worden, die zu Versuchen nach bestimmten Richtungen anregen.

Die eine findet sich in einer Abhandlung der Frau Curie¹⁾, in der — fast gleichzeitig mit einer Veröffentlichung des Hrn. G. C. Schmidt²⁾ — die Thatsache mitgetheilt wird, dass auch die Thorverbindungen Becquerelstrahlen aussenden; die Verfasserin schliesst mit dem Hinweis, dass man, um diese Wirkung des Urans und Thors zu verstehen, sich vorstellen könne, dass der Raum unausgesetzt von Strahlen, ähnlich den Röntgenstrahlen, aber mit sehr viel stärker durchdringender Kraft ausgestattet, durchsetzt werde, die nur von gewissen Elementen mit sehr hohem Atomgewichte, wie Uran und Thor, absorbirt und dabei in secundäre, photographisch und auf Gase ionisirend wirkende verwandelt würden.

Der zweite Gedanke ist von Hrn. Crookes³⁾ in der diesjährigen Inaugural Address der British Association ausgesprochen; es sei möglich, dass die in Rede stehenden Substanzen die Eigenschaft hätten, einen geringen Bruchtheil der lebendigen Kraft derjenigen Luft oder Gasmolecüle aufzunehmen, deren Geschwindigkeit einen gewissen Betrag übersteigt, wenn diese ihre Oberfläche treffen. Die so dem Gase entzogene Energie werde dann in die der Becquerelstrahlen

1) Skłodowska Curie, Compt. rend. **126.** p. 1101. 1898.

2) G. C. Schmidt, Wied. Ann. **65.** p. 141. 1898.

3) W. Crookes, Nature **58.** p. 438. 1898.

verwandelt oder auch zur Ionisirung des Gases verwandt. Wir enthalten uns einer apriorischen Kritik der beiden Vermuthungen, so befremdend sie sein mögen, da gegenüber einer so wunderbaren Erscheinung, wie die Becquerel'schen Strahlen es sind, eine Modification gewohnter und für richtig gehaltener Gedankenverbindungen nicht ausserhalb des Bereiches der Möglichkeit liegt, dagegen möchten wir die Ergebnisse einiger, zum Theil schon vor längerer Zeit angestellten Versuche mittheilen, die einen Beitrag zur Beurtheilung der beiden Hypothesen liefern können. Wir machen dabei den Anfang mit der an zweiter Stelle genannten.

Der Verdacht, dass die Quelle der Becquerelstrahlen in einer noch unbekannten, vielleicht chemischen Einwirkung eines Bestandtheiles der Luft auf die Uranverbindungen zu suchen sein könne, liegt so nahe, dass er uns kurz nach dem Bekanntwerden der Erscheinung zu Versuchen darüber veranlasste, ob diese im Vacuum irgend eine Veränderung erleidet. Benutzt man als Maass für die Intensität der Strahlen die Electricitätszerstreuung innerhalb der wirksamen Substanz unmittelbar umgebenden Gases, so ist ohne weiteres zu übersehen, dass eine Veränderung der Gasdichte die Electricitätszerstreuung beeinflussen kann, auch ohne dass die von der Substanz ausgehende Strahlungsenergie eine Aenderung erlitten hat. Indem nämlich mit abnehmender Dichtigkeit die Absorption der Strahlen geringer wird, vermindert sich mit dieser auch die Anzahl der in der Zeiteinheit neugebildeten Ionen, die den Electricitätstransport bewirken.

Man findet durch den Versuch, wie die Herren C. Beattie und S. de Smolan¹⁾ nachgewiesen haben und wie sich leicht bestätigen lässt, dass die durch die Becquerelstrahlen bedingte Leitfähigkeit mit abnehmendem Gasdrucke stark abnimmt, sodass sie bei wenigen Millimetern Quecksilberdruck fast unmerklich wird. Will man daher auf diesem Wege entscheiden, ob die Aussendung der Strahlen auch im hohen Vacuum noch andauert, so hat man die Electricitätszerstreuung ausserhalb desselben in Luft normaler Dichte zu beobachten, indem man die Strahlen durch eine Aluminium-

1) C. Beattie u. S. de Smolan, *Phil. Mag.* **43**. p. 431. 1897.

platte aus dem evacuirten Behälter herausleitet. Natürlich kann man bei der gleichen Versuchsanordnung auch die photographische Methode anwenden. Den letzteren Weg haben wir zuerst betreten, da die uns zu Gebote stehenden Uranpräparate — wir benutzten anfangs meist Platten von krystallisirtem Urankaliumsulfat — durch eine Aluminiumschicht hindurch nur eine geringe und daher schwer zu messende Electricitätszerstreuung bewirkten, während man bei der photographischen Methode die Geringfügigkeit des Effects durch Verlängerung der Expositionszeit ausgleichen kann.

Ein verticales cylindrisches Glasrohr von 4 cm Weite und 16 cm Länge, dessen beide mit abgeschliffenem Rande versehene Enden durch aufge kittete Aluminiumscheiben von etwa $\frac{1}{3}$ mm Dicke verschlossen waren, stand mit der Quecksilberluftpumpe in Verbindung. Eine kreisrunde Platte von Urankaliumsulfat, die das Rohr fast vollständig ausfüllte, lag der unteren Aluminiumscheibe von innen auf, von aussen her konnte die in lichtdichtes Papier eingewickelte photographische Platte bis dicht herangeschoben werden. Um die Wirkung deutlich zu machen, war in den Gang der Strahlen eine Schablone aus dicker Zinnfolie eingeschaltet. Es wurden nun zwei Platten gleich lange Zeit (etwa 24 Stunden) exponirt und zwar die eine, während das Urankaliumsulfat sich in dem höchsten mit der Pumpe erreichbaren Vacuum befand, die andere, nachdem Luft von gewöhnlicher Dichte eingelassen war. Ein Unterschied in der Intensität der beiden Bilder war nicht zu erkennen.

Wir haben später diesen Versuch in der Weise abgeändert, dass wir die photographische Platte in den zu evacuirenden Behälter mit einschlossen; auch bei dieser Anordnung liess sich ein Einfluss des Vacuums auf die photographische Wirkung nicht feststellen.

Für die Ausführung der entsprechenden electrischen Versuche war uns die von Frau Curie (l. c.) gemachte Bemerkung von grossem Werthe, dass das natürliche Uranpecherz von Joachimsthal besonders kräftige Becquerelstrahlen aussendet, selbst noch in stärkerem Maasse als das regulinische Uranmetall. Die Wirksamkeit dieses Minerals übertrifft in der That die der künstlichen Uranpräparate ganz bedeutend und macht es

zur Anstellung von Versuchen mit Becquerelstrahlen sehr geeignet.

Wir schlossen nun ein etwa 300 Gramm schweres Stück in eine luftdicht verlöthete dünnwandige Zinkbüchse ein, die durch ein eingekittetes Glasrohr mit der Pumpe in Verbindung stand. Isolirten wir die Büchse und luden sie durch eine Zamboni'sche Säule auf ein constantes Potentialniveau von etwa 300 Volt, während in etwa 10 cm Entfernung über ihr ein mit einem Quadrantelectrometer verbundenes Drahtnetz ausgespannt war, so liess sich in bekannter Weise aus dem in einer bestimmten Zeit erfolgenden Ausschlage des Electrometers die Leitfähigkeit der Luft zwischen Büchse und Drahtnetz beurtheilen. Diese Leitfähigkeit ist der Wirkung der von dem Uranerz ausgesandten und durch die Zinkbüchse hindurchgegangenen Strahlen zuzuschreiben; durch Auflegen einer Bleiplatte auf die Büchse, durch die ihre obere Fläche bedeckt wird, kann man die nach oben austretenden Strahlen abblenden und dadurch den Electricitätsübergang zum Drahtnetze stark beschränken.

Es zeigte sich nun, dass die in gleichen Zeiten erfolgenden Electrometerausschläge dieselben waren, mochte das Uranerz sich im hohen Vacuum befinden oder in Luft von einigen Centimetern Quecksilberdruck. Nur wenn Luft von normaler Dichtigkeit eingelassen wurde, liess sich eine Zunahme der Electricitätszerstreuung erkennen, doch war die Formänderung der Zinkbüchse in diesem Falle so bedeutend, dass hierdurch die Versuchsbedingungen wesentlich andere wurden. Beträchtliche Aenderungen des Gasdrucks, die von keiner wahrnehmbaren Verbiegung der Büchse begleitet waren, hatten keinen messbaren Einfluss auf die Electricitätszerstreuung im äusseren Raume. Wir glauben daher aus diesen und den vorhergegangenen photographischen Versuchen schliessen zu müssen, dass die Becquerel'schen Strahlen im luftverdünnten Raume in wesentlich derselben Intensität wie im luftgefüllten entstehen.

Jedenfalls spricht dies Ergebniss nicht *für* die Crookes'sche Hypothese, wenn auch ihre endgültige Widerlegung dadurch nicht herbeigeführt wird. Man würde nämlich einwenden können, dass die lebendige Kraft der Molecüle des bei der höchsten Verdünnung noch vorhandenen Gasrestes ausreicht, den Energiebedarf der Becquerelstrahlen zu decken.

Der zweite Gedanke, dass man es bei diesen Strahlen mit einem Umwandlungsproducte einer Art von allgemein verbreiteten Röntgenstrahlen unbekannter Herkunft zu thun haben könnte, die, während sie die meisten Substanzen ohne merklichen Energieverlust durchdringen, nur in den Körpern von höchstem Atomgewicht eine Absorption und zugleich eine theilweise Veränderung erleiden, die sie photographisch und electricisch nachweisbar macht, schien uns ebenfalls einer experimentellen Prüfung werth und auch fähig. Wir gingen dabei von der Voraussetzung aus, dass eine *absolute* Durchlässigkeit irgend eines Stoffes gegen diese hypothetischen Strahlen nicht angenommen werden darf. Wenn also auch zugegeben werden mag, dass die atmosphärische Luft, die Mauern eines Hauses und selbst Bleiplatten von handlicher Dicke keine wahrnehmbare Absorption bewirken, so ist doch wohl nicht mehr zu erwarten, dass auch Gesteinsschichten von mehreren Hundert Metern Dicke ohne erkennbaren Energieverlust durchsetzt werden.

Wir beschlossen daher die Electricitätszerstreuung an einem und demselben Stücke Uranpecherz unter sonst gleichen Bedingungen einmal an der Erdoberfläche und dann möglichst tief unter der Erde zu bestimmen. Durch das freundliche Entgegenkommen des Hrn. Bergrathes Lengemann und die sachkundige Unterstützung des Hrn. Professors Gerland in Clausthal im Harz ist es dem einen von uns ermöglicht worden, diese Beobachtungen im Juli d. J. in einem Schachte der Clausthaler Bergwerke auszuführen. Wir benutzen diese Gelegenheit, den Herren auch hier unseren Dank zu sagen.

Da eine möglichst leicht zu handhabende Form des Beobachtungsapparates erforderlich war, so wählten wir dazu ein Exner'sches Electroskop, auf dessen Knopfe ein leichtes Metalltellerchen befestigt werden konnte. Auf dieses wurde das Uranerz gelegt, dann dem Electroskop eine bestimmte Divergenz ertheilt und die nach $\frac{1}{2}'$ noch übrige abgelesen. Zur Controle der Isolation wurde der Versuch ohne Uranerz wiederholt. Das Ergebniss war, dass die Electricitätszerstreuung vom Uranpecherz aus unter einer Gesteinsschicht von 300 m. Dicke noch in gleichem Maasse wie an der Erdoberfläche fortbesteht. Herr Prof. Gerland war so freundlich, auch zu einem photographischen Controlversuche in noch grösserer Tiefe seine

Beihülfe zu gewähren. Dieser ergab ebenfalls keinen Unterschied in der Stärke der erhaltenen Bilder (einer Zinnschablone hinter einem dünnen Aluminiumbleche), von denen das eine nach 48 stündiger Exposition auf der Sohle des Schachtes Kaiser Wilhelm II. (852 m unter Tage), das andere im Laboratorium der Bergakademie erhalten war.

Nach diesen Versuchen erscheint uns die Hypothese der Erregung der Becquerelstrahlen durch andere im Raume präexistirende Strahlen im höchsten Grade unwahrscheinlich.

Zum Schlusse bemerken wir noch, dass wir die sehr interessante Entdeckung von Frau und Hrn. Curie¹⁾ bestätigt gefunden haben, dass sich durch chemische Mittel aus dem Uranpecherz von Joachimsthal Substanzen gewinnen lassen, die in hervorragendem Grade die Eigenschaft haben, die Luft electricisch leitend zu machen.

Wolfenbüttel, September 1898.

1) M. P. Curie und Mme. S. Curie, *Compt. rend.* **126.** p. 175. 1898.

(Eingegangen 26. September 1898.)