

9. Über eine von den Strahlen des Radiotellurs in der atmosphärischen Luft erzeugte neue Strahlung; von B. Walter.

(Hierzu Taf. II, Fig. 1.)

Bei dem Versuche, die Intensität der durch verschieden dicke Metallfolien hindurchgegangenen Strahlung des Radiotellurs (Poloniums) auf photographischem Wege mit der der direkten Strahlung dieser Substanz zu vergleichen, stieß ich auf so ausgesprochene Widersprüche, daß sich mir die Vermutung aufdrängte, daß man es in diesem Falle außer der bekannten Becquerelstrahlung des genannten Stoffes auch noch mit einer *zweiten* und zwar wahrscheinlich lichtartigen Strahlung zu tun habe. Zur Begründung dieser Vermutung wurde in einem vollständig verdunkelten Raume auf eine nackte photographische Platte eine 0,7 mm dicke Bleiplatte gelegt, in welcher drei annähernd quadratische Löcher I, II und III (s. Fig. 1, Taf. II) geschnitten waren, von denen das erstere mit einer 0,0091 mm dicken Aluminiumfolie, das zweite mit einer 0,15 mm dicken Glasplatte (mikroskopisches Deckglas) und das dritte mit einem 0,0023 mm dicken Platinblättchen bedeckt war. Unmittelbar über diesen drei Schichten war als schattengebender Körper ein 1 mm dicker Stahldraht befestigt. In 2,5 cm Abstand über der photographischen Platte endlich befand sich die Radiotellurschicht, die aus der chemischen Fabrik von Dr. Rich. Sthamer, hierselbst, stammte und auf der einen Grundfläche einer scheibenförmigen Kupferplatte von 4 cm Durchmesser und 5 mm Dicke nach dem Marckwaldschen Verfahren niedergeschlagen war. Dieselbe wurde hier — wie auch bei allen späteren Versuchen — der photographischen Platte annähernd parallel gerichtet.

Das Resultat der 20 stündigen Exposition zeigt nun — in Gestalt eines positiven Papierabdruckes — die Fig. 1, Taf. II, aus der man zunächst ersieht, daß durch das 0,0091 mm dicke

Aluminium noch so gut wie *keine*, durch das etwa 16 mal so dicke Glas dagegen eine ganz außerordentlich starke Wirkung hindurchgegangen ist. Wird nun offenbar schon hierdurch die oben ausgesprochene Vermutung, daß es sich unter den hier in Frage kommenden Verhältnissen außer der bekannten α -Strahlung des Radiotellurs noch um eine zweite lichtartige Strahlung handelt, sehr wahrscheinlich gemacht, so erhält dieselbe durch den Vergleich der beiden Bilder II und III in der Fig. 1, Taf. II noch eine weitere Stütze und zugleich auch eine wichtige Aufklärung. Man sieht nämlich daraus, daß der Schatten des über die drei Löcher gelegten Drahtes bei II viel *unschärfer* ist als bei III; und da nun das letztere Bild, wenn die obige Vermutung richtig ist, nur von den α -Strahlen des Radiotellurs selbst, das erstere aber nur von der in Frage stehenden lichtartigen Strahlung herrühren kann, so würde demnach hieraus weiter folgen, daß die *Quelle* dieser letzteren Strahlung entweder der photographischen Platte viel näher gelegen hat als die der ersteren oder aber viel ausgedehnter gewesen ist als sie, oder endlich — was am wahrscheinlichsten ist — daß beides zugleich stattgefunden hat. Alle diese Bedingungen treffen nun für die die strahlende Radiotellurschicht umgebende *atmosphärische Luft* zu; und so ergibt sich denn als die einfachste Erklärung der beschriebenen Erscheinungen offenbar die, daß die α -Strahlen des Radiotellurs, ebenso wie sie die Sidotblende und andere Stoffe zum Leuchten bringen, auch in der umgebenden atmosphärischen Luft eine fluoreszenzartige Strahlung hervorrufen.

Ehe ich die weiteren Beweise für diese Annahme anführe, ist es zunächst notwendig, den lichtartigen Charakter und die Wellenlänge der hier in Rede stehenden Strahlung genauer festzustellen. In ersterer Hinsicht genügt es zu erwähnen, daß die Durchlässigkeit irgend eines Stoffs für diese Strahlung nicht wie bei den Röntgen- und Becquerelstrahlen von der *Dicke* desselben, sondern lediglich von der Lage seines optischen Absorptionsspektrums abhängt, so daß also das letztere Ziel, die Bestimmung der Wellenlänge der fraglichen Strahlung, durch die Vergleichung der Durchlässigkeit verschiedener, passend ausgewählter Stoffe leicht erreicht werden konnte. Es wurden demnach unmittelbar auf die empfindliche Schicht

einer in derselben Weise wie oben exponierten photographischen Platte u. a. die folgenden Stoffe gelegt, deren Absorptionsgrenze nach dem Rot zu durch vorherige Untersuchung mit Quarzspektroskop festgestellt worden war und hier in Klammern beige-schrieben ist: 1. eine ziemlich konzentrierte ammoniakalische Umbelliferonlösung in Glasgefäß (390)¹⁾, 2. ein Stück blaues Glas (350), 3. ein Stück vollkommen farbloses Solinglas (310), 4. ein mikroskopisches Deckglas (290), 5. Quarzplatten verschiedener Dicke (kleiner als 200). Es ergab sich nun bei diesen Versuchen stets, daß durch die Schicht 1 selbst nach mehrtägiger Exposition nicht die Spur einer Wirkung hindurchging, während alle andern aufgeführten Stoffe eine von 2—5 hin wachsende Zunahme der Durchlässigkeit zeigten. Diejenige von 2 war allerdings nur sehr gering und auch nur durch eine mehr als 40 stündige Exposition festzustellen, diejenige von 3—5 dagegen konnte schon heraus entwickelt werden, wenn die photographische Platte bei 5 cm Abstand zwischen ihr und der Radiotellurschicht nur 3 Stunden lang exponiert worden war. Was endlich die Unterschiede zwischen den Substanzen 3—5 selbst anbetrifft, so waren 4 und 5 noch wieder ziemlich

1) Da diese Lösung wegen ihrer Eigenschaft, gerade das ganze Ultraviolett zu absorbieren, das ganze sichtbare Spektrum aber durchzulassen, ein größeres Interesse verdienen dürfte, so mag noch erwähnt werden, daß dieselbe durch Auflösen einer Messerspitze voll Umbelliferon in schwach ammoniakalischem Wasser erhalten wird, daß dieselbe stark blau fluoresziert und *einen starken Absorptionsstreifen im Ultraviolett* von $\lambda = 390$ bis $\lambda = 320$ hat, das Ultraviolett mit kleinerer Wellenlänge aber wieder recht gut durchläßt. Um damit das *ganze* Ultraviolett zu absorbieren, braucht man die Lösung nur in ein Absorptionsgefäß mit Wänden aus *Glas* zu füllen, da die gewöhnlichen Gläser das von der Lösung durchgelassene Ultraviolett vollkommen auslöschten. Eine solche Lösung ist, frisch bereitet, selbst in Schichten von mehreren Zentimetern Dicke vollständig farblos, hält sich aber allerdings nur einige Tage lang unverändert. Man kann dieselbe aber, da die Substanz selbst durchaus haltbar ist, jederzeit leicht wieder erneuern. Die Haltbarkeit der Lösung wächst ferner, wenn man sie von Luft und Licht abschließt. Schließlich sei noch erwähnt, daß eine Lösung von Umbelliferon in *Alkohol* allerdings bedeutend haltbarer ist, daß aber der in Frage kommende Absorptionsstreifen sich in diesem Lösungsmittel — entgegen der Kundtschen Regel — nach dem Ultraviolett zu verschiebt, da seine, dem Rot zugekehrte Grenze bei $\lambda = 350$ liegt und also von der Grenze zwischen sichtbarem und ultravioletem Lichte weit entfernt ist.

viel durchlässiger als 3, während sich dagegen 4 und 5 *untereinander* in dem fraglichen Punkte nur wenig unterschieden.

Aus allen diesen Angaben ist nun zu entnehmen, daß die in Rede stehende Strahlung ausschließlich *ultravioletter Natur* ist, und daß sie ferner im Spektrum einen ziemlich breiten Raum einnehmen, d. h. also wahrscheinlich ein *bandenartiges Emissionsspektrum* haben muß, dessen, dem Rot zugekehrter Anfang etwa bei $\lambda = 350$ liegt, seine stärkste Stelle etwa bei $\lambda = 300$ hat und nach der ultravioletten Seite hin nicht viel über $\lambda = 290$ hinausreichen kann. Denn, wenn noch jenseits dieser Grenze eine erhebliche Emission stattfinden würde, so müßte offenbar die durch 5 hindurchgehende Wirkung beträchtlich stärker sein als die von 4 hindurchgelassene, was nicht der Fall ist.

Kommen wir sodann zu dem näheren Beweise für die oben ausgesprochene Vermutung, daß die hier in Rede stehende lichtartige Strahlung nicht von der Radiotellurschicht selbst, sondern von der sie umgebenden *atmosphärischen Luft* ausgeht, so wurde derselbe zunächst dadurch geführt, daß die beschriebenen photographischen Versuche in einem passend konstruierten Vakuumapparat ausgeführt wurden. Es zeigte sich dann, daß, trotzdem die Wirkung der *Becquerelstrahlung* des Radiotellurs in diesem Falle — gegenüber der in gewöhnlicher Luft — ganz außerordentlich vermehrt war, dennoch von der hier in Frage kommenden *lichtartigen Strahlung* so gut wie nichts mehr übrig blieb; denn es wurde z. B. bei einer 4 tägigen Exposition aus 2,5 cm Abstand durch ein 1,9 mm dickes *Quarzstück* keine Wirkung mehr auf die photographische Platte erhalten. Das Vakuum lag um 0,002 mm Hg herum.

Aber auch ohne Vakuumapparat läßt sich die Notwendigkeit des Vorhandenseins der atmosphärischen Luft zum Zustandekommen der fraglichen Strahlung einfach dadurch erweisen, daß man die Radiotellurplatte z. B. in ein mit *Wasser* gefülltes Gefäß legt, dessen Boden aus Quarz besteht. Man erhält dann, selbst wenn dabei die Radiotellurschicht unmittelbar auf dem Quarz aufliegt, auch nach mehrtägiger Exposition keine Spur einer Wirkung, während andererseits durch ein mit zwei Quarzwänden versehenes und mit demselben Wasser von 2 cm Schichtdicke gefülltes Absorptionsgefäß von der in einigen Zentimetern

Abstand darüber angebrachten, d. h. also in *Luft* befindlichen Radiotellurplatte sogar eine wesentlich kräftigere Wirkung erzielt wird als auf die unbedeckten Teile der betreffenden photographischen Platte. Diese Vermehrung der Wirkung erklärt sich in ungezwungener Weise dadurch, daß unter den genannten Umständen auch ein großer Teil der von den in Frage kommenden Luftteilchen *nach der Seite hin* ausgesandten Strahlen *durch Brechung an der obersten Fläche des Absorptionsgefäßes* durch dasselbe hindurch zu den darunter befindlichen Teilen der photographischen Platte gelangt; denn das Wasser ist natürlich ebenso wie der Quarz für die hier in Frage kommende ultraviolette Strahlung ($\lambda = 350-290$) noch so gut wie vollkommen durchlässig.

Die Annahme, daß die die Radiotellurplatte umgebende atmosphärische Luft die Quelle der in Rede stehenden Strahlung

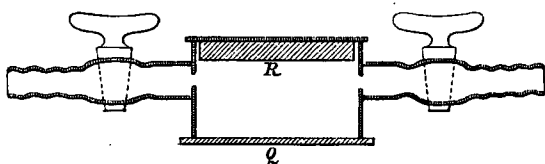


Fig. 2.

ist, wurde schließlich auch noch dadurch bestätigt, daß man diese Platte in *andere Gase* brachte, Versuche, die vor allem auch noch deswegen von Interesse sind, weil dabei zugleich der in diesem Falle wirksame *Bestandteil der Atmosphäre* ermittelt wurde. Zu diesem Zwecke wurde die Radiotellurplatte *R* auf den oberen Boden des in Fig. 2 in halber natürlicher Größe dargestellten zylindrischen Messinggefäßes aufgekittet und dann die andere offene Seite desselben durch eine aufgekittete Quarzplatte *Q* verschlossen. Das zu benutzende Gas wurde dann in der Regel zunächst von seinem Aufbewahrungsorte, d. h. einer großen, mehrere Liter fassenden Glasflasche aus durch ein zweites damit hydrostatisch verbundenes Druckgefäß in kräftigem Strome durch das Gefäß der Fig. 2 hindurchgetrieben, um die darin enthaltene Luft zu verjagen, und dann der abgewandte Hahn dieses Gefäßes geschlossen. Der zweite Hahn desselben dagegen blieb während

der ganzen Exposition geöffnet und somit auch der Gasraum desselben in dauernder Verbindung mit dem der Vorratsflasche, der ferner — der atmosphärischen Luft gegenüber — dauernd unter einem kleinen Überdrucke gehalten wurde, um durch etwaige Undichtigkeiten des Gefäßes der Fig. 2 und des Verbindungsschlauches nicht die äußere Luft herein- sondern vielmehr nur das zu untersuchende Gas hinauszutreiben.

Von den bei diesen Versuchen benutzten Gasen hatten nun selbstverständlich die beiden Hauptbestandteile der atmosphärischen Luft, der Stickstoff und der Sauerstoff, das größte Interesse; und so sei denn gleich erwähnt, daß die Intensität der aus dem Gefäße der Fig. 2 hervorkommenden ultravioletten Strahlung bei Füllung desselben mit *Sauerstoff* etwa $\frac{1}{6}$ von derjenigen bei Anwendung von gewöhnlicher Luft war, während umgekehrt bei *Stickstoff* die Wirkung etwa 4—5 mal stärker war als bei gewöhnlicher Luft. Die Intensitätsmessungen wurden in der Weise vorgenommen, daß bei konstantem Abstand zwischen *R* und der photographischen Platte jedesmal diejenige Expositionszeit ermittelt wurde, welche eben genügte, um auf einer bestimmten Sorte photographischer Platten in bestimmter Zeit und bestimmtem Entwickler einen gerade sichtbaren Eindruck hervorzurufen.

Des näheren sei noch erwähnt, daß sowohl Sauerstoff aus einer Elkanschen Bombe als auch solcher, der von mir auf elektrolytischem Wege hergestellt worden war, sich nahezu gleich verhielten, und daß ferner auch Stickstoff, der aus einer Ammoniumnitritlösung stammte, genau so wirkte wie derjenige, welcher aus der atmosphärischen Luft durch Absorption des Sauerstoffs derselben mit Pyrogallollösung gewonnen war.¹⁾ Von sonstigen Gasen wurden bei diesen Versuchen noch Kohlensäure, elektrolytischer Wasserstoff, Leuchtgas der Hamburger Gasleitung (mit Wassergas vermischt) und Stickstoffoxydul (N_2O) untersucht (letzteres von Hrn. Hassler hergestellt); und es ergab sich nun bei allen eine Wirkung, deren Intensität der Größenordnung nach mit der des Sauer-

1) Von dem Stickstoff der erstgenannten Art wurden zwei Proben untersucht, deren eine von Hrn. Rischbieth und deren andere von Hrn. Hassler in dankenswerter Weise für mich hergestellt war.

stoffs übereinstimmte, wenn auch andererseits gewisse Unterschiede nicht zu verkennen waren. Setzt man nämlich die Wirkung bei reinem Stickstoff = 100, so kann man für diejenige der sämtlichen untersuchten Gase die folgende Tabelle aufstellen, deren Zahlen allerdings nur als ungefähre Annäherungen zu betrachten sind:

Stickstoff	100
Atmosphärische Luft	23
Kohlensäure	8
Stickstoffoxydul	5
Leuchtgas	5
Sauerstoff	4
Wasserstoff	2—3

Nimmt man noch hinzu, daß der *Charakter* der ausgesandten Strahlung bei allen Gasen derselbe blieb — wie unmittelbar durch die Art der Absorption der oben genannten, auf die betreffende photographische Platte gelegten Substanzen bewiesen wurde — so geht man nach dem Obigen wohl nicht fehl, wenn man als die eigentliche Quelle der hier in Rede stehenden Strahlung in allen Fällen den *Stickstoff* ansieht, der eben selbst bei Anwendung eines vollkommen reinen Gases durch die beschriebenen Maßregeln wohl niemals ganz aus dem Gefaße der Fig. 2 herausgetrieben sein dürfte, da er ja an den Wänden desselben haftet und sich von ihnen nur ganz allmählich im Laufe der Zeit ablöst. Daß aber andererseits doch der Stickstoff in diesem Falle auch nicht bloß als eine Verunreinigung des betreffenden Gases anzusehen ist, sondern daß dabei auch die Natur des letzteren eine nicht unbedeutende Rolle spielt, scheint mir vor allem daraus zu folgen, daß der reine Stickstoff so außerordentlich viel stärker wirkt als die gewöhnliche atmosphärische Luft, trotzdem doch die letztere zu annähernd $\frac{4}{5}$ aus Stickstoff besteht.

Speziell dieser Punkt wird demnächst noch weiter verfolgt werden. Hier möchte ich nur noch erwähnen, daß es bei Benutzung von Luft keinen Einfluß machte, ob dieselbe getrocknet wurde oder nicht, und daß es auch gleichgültig war, ob dieselbe in langsamem Strome durch das Gefäß der Fig. 2 geblasen wurde oder in demselben abgesperrt war.

Dagegen stieg die Wirkung der Radiotellurplatte ungefähr auf das Doppelte, wenn dieselbe aus dem Gefäße der Fig. 2 herausgenommen und der photographischen Platte *in der freien Atmosphäre* in gleicher Entfernung gegenübergestellt wurde, eine Erscheinung, die jedenfalls darauf zurückzuführen ist, daß im letzteren Falle das hier in Frage kommende, von der Becquerelstrahlung des Radiotellurs erregte Luftvolumen ein entsprechend größeres wird.

Hamburg, Physik. Staatslaboratorium, im April 1905.

(Eingegangen 21. April 1905.)
