

Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung  
Nr. 179

Über die photographische Wirkung natürlicher  
H-Strahlen

Von

Marietta Blau

(Mit 1 Tafel)

(Vorgelegt in der Sitzung am 9. Juli 1925)

Im Zusammenhang mit den hier im Institut ausgeführten Versuchen über Atomzertrümmerung durch G. Kirsch, H. Pettersson und andere zeigte es sich wünschenswert, die bisher allein gebrauchte subjektive Szintillationszählungsmethode durch andere objektive Beobachtungsmethoden zu ergänzen. Zu diesem Zweck habe ich eine Reihe von Versuchen durchgeführt, um eine etwa vorhandene photographische Wirkung der H-Teilchen festzustellen.

Auf Grund der Szintillationswirkung und der von Bose<sup>1</sup> und Mac Aulay<sup>2</sup> nachgewiesenen Ionisationswirkung von H-Strahlen war es naheliegend anzunehmen, daß sie auch photographische Wirkungen hervorbringen. Mühlestein<sup>3</sup> erwähnt bereits in seiner 1922 erschienenen Arbeit über »Les traces des particules  $\alpha$ « die Möglichkeit eines photographischen Nachweises von H-Strahlen, doch haben seine Versuche, die ohne nähere Angabe der Versuchsanordnung mitgeteilt werden, zu keinem Erfolg geführt.

Die Schwierigkeit des photographischen Nachweises von H-Strahlen liegt vor allem in der geringen Anzahl der selbst durch verhältnismäßig starke  $\alpha$ -Strahlenquellen ausgelösten H-Partikeln; bei den dadurch notwendigen langen Expositionszeiten macht sich nicht nur die Wirkung eventuell von der Strahlenquelle ausgehender  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlen bemerkbar, sondern es werden auch die verschiedenen in der Literatur unter den Namen Colson-Russel-Effekt, Metallstrahlen, Photoaktivität etc.<sup>4</sup> beschriebenen Erscheinungen von Einfluß. Außerdem zeigt bekanntlich auch jede nicht exponierte Platte bei noch so sorgfältiger Behandlung nach dem Entwicklungsprozeß

---

<sup>1</sup> D. Bose, Phys. Zeitschr. 17, 388, 1916 u. Z. S. f. Phys. 12, 207, 1923.  
Mac Aulay, Phil. Mag. 40, 763, 1920; 42, 892, 1921.

<sup>3</sup> Mühlestein, Arch. sc. phys. et nat. 127, 38, 1922.

<sup>4</sup> E. Rumpf, Jahrb. d. Rad. u. El. 19, 214, 1922.

eine gewisse Anzahl geschwärtzter Körner, wodurch das Erkennen sehr schwacher, nur unter dem Mikroskop wahrnehmbarer Schwärzungen erschwert wird.

### Plattenmaterial.

Für die folgenden Versuche wurden verschiedene, in der Literatur empfohlene Plattensorten verwendet. Am besten haben sich die zuerst von Michl<sup>1</sup> für  $\alpha$ -Strahlenaufnahmen benützten »photomechanischen Platten von Jahr (Dresden)« bewährt. In letzter Zeit wurden zu den Versuchen auch Lainer Diapositivplatten (Brillant) herangezogen, die in mancher Hinsicht Vorteile gegenüber den Jahr-Platten bieten. Sie zeigen nämlich ein noch feineres Korn, sind gegen rotes Licht, das beim Manipulieren in der Dunkelkammer nicht immer zu vermeiden ist, noch unempfindlicher und lassen die Wirkung der  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlen gegenüber der  $\alpha$ -Strahlung noch stärker zurücktreten; ein Nachteil dieser Platten ist, daß das Korn bei Entwicklungszeiten, die bei solchen Versuchen notwendig kürzer gehalten werden müssen, als bei Lichtaufnahmen üblich, bräunlich und durchscheinend ist, was ein Beobachten unter dem Mikroskop erschwert.

### Präparate.

Als Strahlungsquelle wurden bei den meisten Versuchen Poloniumpräparate verwendet, die durch Elektrolyse aus radiumfreier RaD-Lösung gewonnen wurden. Das Polonium wurde kathodisch auf Gold- oder Platinstreifen von 2 bis 2·5 mm Breite niedergeschlagen, die zirka 4 bis 6 mm tief in die Lösung tauchen. Die Stärke der Präparate variierte in den einzelnen Fällen von zirka 100 bis 550 st. E. (einseitig gemessen).

Die Strombedingungen bei der Elektrolyse waren so gewählt, daß nur Polonium, nicht aber RaD und RaE abgeschieden werden konnten. Trotzdem war es in den wenigsten Fällen zu vermeiden, daß Spuren von RaE gleichzeitig mit Polonium an der Kathode auftraten. Es wurde dann das Abklingen des RaE durch 4 bis 5 Halbwertszeiten abgewartet, bevor mit den Versuchen begonnen wurde. Alle verwendeten Präparate waren frei von RaD, wie sich aus dem Abklingen ihrer  $\beta$ - und  $\gamma$ -Aktivität ergab. Das stärkste verwendete Präparat, zirka 550 st. E. pro 8 mm<sup>2</sup>, wurde durch Destillation im Wasserstoffstrom gewonnen; zur Vermeidung einer, durch die Bildung von Poloniumwasserstoff eventuell möglichen Poloniumverseuchung, wurde das Palladiumblech nach der Destillation im Sauerstoffstrom oxydiert. Alle Poloniumpräparate zeigten auch nach Abklingen von RaE eine schwache  $\beta$ - oder  $\gamma$ -Aktivität, die wegen der Kleinheit des Effektes auf ihr Durchdringungsvermögen nicht weiter untersucht werden konnte. Sie ist wahrscheinlich auf

<sup>1</sup> W. Michl, Wiener Akad. Ber. 121, 1431, 1912; 123, 1955, 1914.

die von Russel und Chadwick<sup>1</sup> entdeckte  $\gamma$ -Strahlung von Polonium und auf sekundäre  $\gamma$ -Strahlung, die von den  $\alpha$ -Strahlen des Poloniums in ihrer Au-, beziehungsweise Pt- und Pd-Unterlage ausgelöst wird, zurückzuführen. Am kleinsten ist dieser Effekt im Falle des Palladiums, besonders im Hinblick auf die große  $\alpha$ -Aktivität des Präparates. Der Strom betrug in einer mit Wulfschem Elektrometer versehenen Topfanordnung (Zylinder von 10 *cm* Radius und 18 *cm* Höhe) gemessen nur zirka  $1 \times 10^{-5}$  st. E. Schließlich wurde für eine Reihe von Versuchen Radon von 10 bis 20 MC verwendet, das in dünnwandige, mit Paraffin ausgekleidete Kapillaren eingeschlossen war.

### Versuche mit streifender Inzidenz.

Es war zunächst geplant, die Versuche nach den von Michl<sup>2</sup> zur Darstellung der photographischen Wirkung von  $\alpha$ -Strahlen ausgearbeiteten Methoden durchzuführen.

Treffen nämlich  $\alpha$ -Partikeln streifend auf die photographische Platte, so erhält man unter dem Mikroskop erkennbar, ganz ausgeprägt gerichtete Punktfolgen, deren jede der Bahn einer  $\alpha$ -Partikel entspricht; die Länge der Punktreihen ist nach Michl ein Maß für die Reichweite der  $\alpha$ -Partikel in der Gelatine der Platte. Da der Abbau der Energien der H-Partikeln beim Durchsetzen von Materie, wie sich aus den Absorptionskurven von Marsden<sup>3</sup> ergibt, nach ähnlichen Gesetzen erfolgt wie bei  $\alpha$ -Partikeln, so war zu erhoffen, daß die Bahnen von H-Partikeln entsprechend ihrer größeren Reichweite auf der photographischen Platte als Punktfolgen größerer Länge erkennbar sind.

Als H-Strahlenquelle diente in allen Fällen Paraffin, das sich hierzu wegen seines großen Wasserstoffgehaltes besonders eignet. Es wurde in Dünnschnitten von zirka 30  $\mu$  Stärke verwendet und unmittelbar über das Präparat gelegt. Außerdem wurden, um auf alle Fälle eine direkte Wirkung der  $\alpha$ -Strahlung des Poloniums auszuschalten, Absorptionsfolien aus Glimmer- oder Kupferfolie von einer Gesamtabsorption von mindestens 4 *cm* Luftäquivalent verwendet. Zunächst wurden durch viele Vorversuche die günstigsten Bedingungen zur Darstellung streifender H-Strahlenbahnen ermittelt und schließlich folgende Anordnung, die im wesentlichen schon von Michl verwendet wurde, am zweckmäßigsten befunden.

Das Präparat, bedeckt mit Paraffin und Absorptionsfolie, wurde auf einen Karton geheftet und mit einem dünnen Eisenblech (Eisen greift die photographische Platte nicht an),<sup>4</sup> in das ein Spalt von 2·5 *mm* Länge und  $\frac{1}{2}$  *mm* Breite geschnitten war, überdeckt. Senkrecht zum Präparat wurde gerade über dem Spalt und parallel zu diesem die photographische Platte, durch einen Eisenblock gestützt,

<sup>1</sup> A. S. Russel u. J. Chadwick, Phil. Mag. 27, 112, 1914.

Michl, loc. cit.

<sup>3</sup> E. Marsden, Phil. Mag. 42, 892, 1921.

<sup>4</sup> Rumpf, loc. cit.

aufgestellt. Der Schichtseite der Platte gegenüber lehnte im Abstand eines dünnen Kartonstückes eine Glasplatte, so zwar, daß die Strahlung in den Raum zwischen den beiden Platten eintreten konnte. Diese Anordnung hat den großen Vorteil, daß bei allerdings sehr schlechter Ausbeute, streifender Einfall aller Strahlen gewährleistet ist.

Eine Reihe von Versuchen ergab, daß Glimmer als Absorptionsmaterial ungeeignet ist. Unter sonst gleichen Bedingungen wurde die Platte bei Verwendung von Glimmer stärker und unregelmäßiger geschwärzt als mit Kupferfolie vom gleichen Luftäquivalent. Die Ursache dafür dürfte darin liegen, daß erstens Glimmer bei gleichem Bremsvermögen für  $\alpha$ -Strahlen,  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlen gegenüber größere Durchlässigkeit zeigt und zweitens scheint außer einer im Glimmer erregten weichen sekundären  $\beta$ -Strahlung auch direkte Luminiszenz vorzuliegen, da der Effekt ein wenig vermindert wurde, wenn der Glimmer mit Aluminium- oder Silberblatt bedeckt war. Es wurde daher im folgenden immer nur Cu-Folie oder Glimmer + Cu-Folie als Absorptionsmaterial gewählt. Unter diesen Bedingungen gelang es tatsächlich, nach geeigneter Wahl der Expositions- und Entwicklungszeit (die Schwärzung darf mit bloßem Auge noch nicht wahrnehmbar sein) auf der sonst klaren photographischen Platte neben vielen kürzeren Punktreihen einige längere deutlich ausgeprägte Punktfolgen zu erhalten, die durch ihre leichte Neigung in die Tiefe von zufällig vorhandenen oder willkürlich konstruierten Punktreihen unterscheidbar sind. Diese Versuche wurden unter den als günstig erkannten Bedingungen mehrfach wiederholt, doch gelang es mir im ganzen nur drei klare Aufnahmen zu erhalten, da die photographische Platte gerade am Rand durch Zerkratzung und Druckwirkung häufig beschädigt ist. Aber auch diese drei Aufnahmen zeigen nicht die Schärfe und Beweiskraft Michl'scher  $\alpha$ -Strahlenaufnahmen, was wohl bei der geringen Ausbeute und der großen Zahl störender Einflüsse auch nicht zu erwarten ist. Aus dem Richtungssinn der einzelnen Punktreihen, die in ihrer Gesamtheit ein Bild des Spaltes ergeben, kann man mit ziemlicher Sicherheit auf die Wirkung einer Korpuskularstrahlung schließen. Es scheint ausgeschlossen, daß diese Punktfolgen der Wirkung einzelner  $\alpha$ -Partikel von Polonium, die Paraffin und Kupferfolie durchsetzen, zugeschrieben werden kann, da das Luftäquivalent des Paraffindünnschnittes  $3 \cdot 2 \text{ cm}$ , das der Kupferfolie  $3 \cdot 9 \text{ cm}$  betrug, wie durch Auswägen und Eichung mit ThC  $\alpha$ -Strahlen festgestellt wurde (auch weitreichende  $\alpha$ -Strahlung von  $6 \cdot 1 \text{ cm R}$  kann, falls sie reell ist, was nach den neuesten Versuchen von Curie und Yamada<sup>1</sup> stark angezweifelt werden muß, bei den gewählten Absorptionsfiltern nicht in Betracht kommen). Die verwendeten Folien wurden unter dem Mikroskop sorgfältig auf Lochfreiheit geprüft und das mit Folien bedeckte Präparat auf  $\alpha$ -Szintillationen untersucht, ohne daß solche auch nach langen Beobachtungszeiten gefunden werden konnten. Schließlich wurden auch die

<sup>1</sup> I. Curie u. Yamada, C. R. 180, 1487, 1925.

einzelnen Folien vor dem Versuch mit photographischer Methode auf  $\alpha$ -Verseuchung geprüft, wobei die Expositionszeiten länger gewählt wurden als bei den eigentlichen Versuchen.

Die Länge der Punktreihen kann direkt mit den von Michl für  $\alpha$ -Strahlenbahnen erhaltenen verglichen werden, da mit gleichem Plattenmaterial gearbeitet wurde. Michl findet für die  $\alpha$ -Strahlen von Polonium von 3·9 *cm* Reichweite Punktfolgen von im Mittel 23  $\mu$  Länge, die von 8 bis 10 Punkten gebildet werden.<sup>1</sup> Die hier wirksamen H-Partikeln haben nach Absorption in Paraffin und Cu eine maximale Restreichweite von zirka 9 *cm*. Wirken sie nach denselben Gesetzen wie  $\alpha$ -Strahlen auf die Platte ein, so wären Punktfolgen von zirka 53  $\mu$  Länge zu erwarten. Allerdings ist die Ausbeute gerade an schnellsten H-Strahlen<sup>2</sup> außerordentlich klein, so daß bei der geringen Gesamtausbeute, die diese Versuchsanordnung zuließ, Punktfolgen dieser Länge kaum zu erwarten sind. Die längste Punktfolge, die gefunden wurde, hatte 46  $\mu$  Länge; sie wurde von 11 Punkten gebildet. Außerdem wurde eine Punktreihe von 11 Punkten zu 44  $\mu$  und zirka 5 Punktreihen länger als 30  $\mu$  gefunden. Die meisten bestanden aus 4 bis 7 Punkten und hatten eine Länge zwischen 10 und 20  $\mu$ . Erwähnenswert ist, daß eine Punktreihe von zirka 30  $\mu$  Länge am Ende der Bahn einen deutlichen Knick aufwies.

Leider sind die Versuchsergebnisse zu spärlich, um aus dem Verhältnis — Punktzahl: Länge — der für H- und  $\alpha$ -Strahlen gewonnenen Punktfolgen einen Aufschluß über das Verhältnis ihrer Ionisationswirkung zu erhalten; doch scheint es, daß die Schwärzungskörner in  $\alpha$ -Strahlenbahnen etwas dichter als in H-Strahlenbahnen liegen, was auf ein geringeres Ionisationsvermögen der H-Strahlen schließen ließe.

Um die Ausbeute an H-Strahlenbahnen zu verbessern und vor allem, um von dem Verhalten des Plattenrandes unabhängig zu sein, wurde mit folgender Versuchsanordnung gearbeitet, die ähnlich Mühlestein<sup>3</sup> zur Darstellung von  $\alpha$ -Strahlenbahnen benützt hatte (Fig. 1). *AA* ist eine Messingplatte von 3·6×3·6 *cm*<sup>2</sup> und 1 *mm* Stärke, in deren Mitte ein unter 30° geneigter Spalt von 0·75 *mm* Breite und 6 *mm* Länge eingeschnitten ist. *BB* sind zwei Löcher, in die die Stifte des Präparatträgers *T* hineinpassen. Es besteht aus einem Messingkeil, auf dessen Hypothenusenfläche, die ebenfalls eine Neigung von 30° hat, zwei Metallplatten *P*<sub>1</sub> und *P*<sub>2</sub> aufgeschraubt wurden, zwischen die das streifenförmige Präparat geklemmt werden konnte, so daß der Rand des Präparates gerade über die Spaltöffnung zu liegen kam. An die untere Seite der mit schrägem Spalt versehenen Platte ist ein Eisenblech *E* von 0·4 *mm* Stärke

<sup>1</sup> Mühlestein findet für die Reichweite der  $\alpha$ -Strahlen von Polonium in der Gelatine derselben Plattensorte den Wert 27·7  $\mu$ .

<sup>2</sup> Rutherford, Phil. Mag. 37, 547, 1919.

<sup>3</sup> Mühlestein, loc. cit.

aufgelötet, welches genau in der Mitte einen quadratischen Ausschnitt von 1 *cm* Seitenlänge aufweist. Die Neigung des Spaltes wurde zu 30° gewählt, weil  $\alpha$ -Strahlenbahnen, die unter diesem Winkel die photographische Platte treffen, unter dem Mikroskop noch gut als Punktfolgen erkannt werden können. Die Präparatneigung wurde der des Spaltes gleichgemacht, da in der Richtung der Primärstrahlung die größte Ausbeute an schnellsten H-Strahlen zu erwarten ist. Direkt über dem Spalt wurde ein geeichtes lochfreies Kupferblech von 3·9 *cm* Luftäquivalent und darüber als H-Strahlenquelle ein Paraffindünnschnitt von 3·2 *cm* Luftäquivalent gelegt. Bei manchen Versuchen wurde zwischen Paraffin- und Cu-Folie noch ein Glimmerblatt von zirka 2 *cm* Luftäquivalent gebracht, da dann alle  $\alpha$ -Strahlen des Poloniums in Paraffin und Glimmer sicher absorbiert werden, so daß eine charakteristische Kupferstrahlung als störende Fehlerquelle ausgeschaltet ist.

Diese Anordnung lieferte ziemlich befriedigende Aufnahmen. Von einem etwas stärker geschwärzten Streifen, der der Wirkung der senkrecht einfallenden Korpuskeln entspricht, gehen strahlenförmig nach vorne Züge kurzer Punktfolgen. Die Punktfolgen selbst nur kurz (durchschnittlich 4 bis 7 Punkte), was durch die stark herabgeminderte Reichweite der das Kupfer schräg durchsetzenden H-Strahlen erklärt werden kann. Die Punktreihen sind reell; sie lassen sich von Punktfolgen, die zufällig auf der photographischen Platte auch unter Einwirkung von Licht entstehen, sicher dadurch unterscheiden, daß sie Punkt für Punkt in die Tiefe verfolgt werden können. Ein Vorteil dieser Aufnahmen gegenüber den früher erwähnten, liegt in der großen Zahl der erhaltenen Punktfolgen. Es muß betont werden, daß auch diese Aufnahmen nicht die Schärfe von  $\alpha$ -Strahlenbildern erreichen. Aber bei den langen Expositionszeiten (es wurde in manchen Fällen 144 Stunden exponiert) macht sich eben eine noch so schwache  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlung störend bemerkbar. Tatsächlich wurden die besten Aufnahmen mit dem auf Palladium niedergeschlagenen Poloniumpräparat erhalten, das, wie eingangs erwähnt, bei größter  $\alpha$ -Aktivität die schwächste durchdringende Strahlung zeigt.

Um H-Teilchen mit noch längeren Bahnen photographisch darzustellen, wurden schließlich noch Versuche mit RaC als Primärstrahlenquelle (in Form von Emanationskapillaren, deren Innenwand mit Paraffin ausgekleidet war) durchgeführt; denn die durch  $\alpha$ -Strahlen von RaC ausgelösten H-Partikel haben in Luft eine Reichweite von etwa 28 *cm*, während den von Po erregten H-Partikeln 16 *cm* Reichweite zukommt.

Vor direkter Einwirkung der intensiven  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlung der Kapillare wurde die photographische Platte durch einen massiven Bleibogen von 3 *mm* Elongation, über den die H-Strahlen durch ein geeignet gewähltes Magnetfeld zur Platte zu abgelenkt wurden, ferner durch Bleikeile und die Pole des Magneten selbst geschützt; sekundäre Strahlung wurde durch Bekleiden der Magnetpole mit

Karton und der der Platte zugewendeten Bleiteile mit Cu+Karton (unlichst vermieden. Trotzdem gelang es mir nicht, solche H-Strahlenbahnen zu photographieren, da bei den Expositionszeiten, die notwendig gewählt werden mußten, um überhaupt eine nennenswerte Ausbeute zu erhalten, der durch die durchdringende Strahlung verursachte Schleier zu groß war, um Punktfolgen sicher erkennen zu lassen.

### Versuche mit senkrechter Inzidenz.

Abgesehen von dem letzten ergebnislosen Versuch, sprechen die bisherigen Aufnahmen für eine photographische Wirkung der H-Strahlen. Denn sowohl die beobachteten Punktfolgen, als auch das ganze Bild der Aufnahme kann nur durch vorwiegende Wirkung einer Korpuskularstrahlung erklärt werden, die, da  $\alpha$ -Strahlung ausgeschlossen scheint, nur durch H-Partikeln hervorgerufen sein kann. Die Versuchsergebnisse auf  $\beta$ -Strahlwirkung zurückzuführen hat wenig Wahrscheinlichkeit, da bekanntlich ein solcher Effekt bisher nicht beobachtet wurde. Trotzdem war es notwendig, ihren eventuellen Einfluß zu untersuchen, wobei besonderes Augenmerk auf die  $\beta$ -Strahlung von RaE verwendet wurde, das, wie eingangs erwähnt, die Präparate spurenweise verunreinigte, da diese  $\beta$ -Strahlung als einzig in Betracht kommende primäre  $\beta$ -Strahlung am verdächtigsten schien. Die  $\beta$ -Strahlung magnetisch abzulenken, stieß auf Schwierigkeiten, da eine entsprechende Versuchsanordnung bei der geringen Ausbeute an H-Strahlen schwer durchführbar ist. Es wurde daher versucht, durch Absorptionsmessungen Aufschluß über die bei den Versuchen möglicherweise wirksame  $\beta$ -Strahlung zu erhalten. Der besseren Ausbeute wegen wurden die Versuche mit senkrechtem Strahlengang und folgender Versuchsanordnung durchgeführt (Fig. 2). Der Präparatsträger, an den das zwischen zwei Kartonstreifen gebettete Präparat angeklebt werden konnte, ist fix mit einer Messingplatte von 3 mm Stärke verbunden; in der Mitte dieser Platte ist ein 1 mm breiter und 6 mm langer Spalt, in den das Präparat hineinreicht. Diese Platte paßt genau in einen Messingrahmen  $R_1$ , an dessen untere Seite ein 0.4 mm starkes Eisenblech mit einem 2 mm breiten und 4 mm langen Spalt, der genau mit dem der Messingplatte zusammenfällt, angelötet ist.  $R_1$  paßt wieder genau in einen zweiten Rahmen  $R_2$ , der zwei 0.4 mm starke Eisenbleche trägt. Das obere Eisenblech weist einen zentralen Ausschnitt von 2 cm<sup>2</sup>, das untere einen solchen von 1 cm<sup>2</sup> auf.  $R_2$  paßt schließlich in den Rahmen  $R_3$ , der ebenfalls zwei Eisenbleche mit 1 und 2 cm<sup>2</sup> Ausschnitt trägt. Vor den Versuchen wurde in den Ausschnitt von  $R_2$  eine mit Thorium C geeichte Kupferfolie von 3.9 cm Luftäquivalent, 2 cm Luftäquivalent Glimmer und 30  $\mu$  Paraffin gebracht. Der Ausschnitt von  $R_3$  diente zur Aufnahme eines weiteren Absorptionsfilters, dessen Luftäquivalent ausreichte, um alle H-Strahlen zu absorbieren. Als Absorptionsfilter wurde Silberfolie gewählt, da Silber die photographische Platte auch bei sehr langen Expositionszeiten

nicht angreift. Das Luftäquivalent der Ag-Folie betrug 10 *cm*, so daß die H-Strahlen im ganzen mit Kupfer und Glimmer 16 *cm* zu durchsetzen hatten. Es wurden nun unter sonst ganz gleichen Bedingungen Aufnahmen mit und ohne Ag-Folie gemacht, und zwar auf ein und dieselbe Platte, um Unregelmäßigkeiten durch verschiedene Entwicklungsbedingungen auszuschließen. Die Expositionszeit wurde so gewählt, daß die Aufnahme ohne Silberfolie eine mit freiem Auge gut sichtbare Schwärzung ergab; die gleichlang exponierte Aufnahme mit Silberfolie zeigte dann keine mit freiem Auge erkennbare Schwärzung und auch bei Beobachtung unter dem Mikroskop konnte eine solche nicht sicher festgestellt werden.

Nimmt man an, daß die Zahl der geschwärtzten Körner ein Maß für die Intensität einer senkrecht die Platte treffenden Korpuskularstrahlung ist, so hätte durch Vergleich der beiden exponierten Stellen, trotz der Unsicherheit, die einer solchen Methode anhaftet, eine Strahlung erkannt werden müssen, deren Intensität 20% der nichtabsorbierten Strahlung betrug. Für den Fall, daß die gesamte Schwärzung auf die  $\beta$ -Strahlung von RaE zurückzuführen ist, konnte durch die Mehrabsorption in der Silberfolie höchstens 50% verlorengehen, so daß bei den Aufnahmen mit absorbierter Strahlung eine Restschwärzung unbedingt hätte erkannt werden müssen. Es ist demnach sicher, daß wenigstens der Gesamteffekt der photographischen Wirkung nicht auf  $\beta$ -Strahlung von RaE zurückgeführt werden kann. Es wäre jetzt noch zu überlegen, inwieweit sekundär erregte  $\beta$ -Strahlung für den Schwärzungseffekt herangezogen werden kann; da diese jedoch sowohl von der  $\gamma$ -Strahlung des Poloniums, als auch von der in der Präparatunterlage durch  $\alpha$ -Wirkung emittierten charakteristischen Au-, respektive Pt- und Pd-Strahlung ausgelöst sein kann, ist es schwer, durch Absorptionsversuche Aufschluß darüber zu erlangen.

Der entscheidende Beweis, daß die Schwärzung tatsächlich vorwiegend durch die im Paraffin ausgelösten H-Partikel und nicht durch sekundäre  $\beta$ -Strahlung hervorgerufen wird, kann durch einen Versuch erbracht werden, bei welchem unter sonst gleichen Bedingungen das Paraffin durch eine Substanz ersetzt wird, die keine oder jedenfalls weniger H-Strahlen abgibt. Schwermetalle als Vergleichssubstanz scheiden von vornherein aus, da sie von  $\alpha$ -Strahlen getroffen, charakteristische Röntgenstrahlung emittieren, die als Fehlerquelle in Betracht kommen kann. Die gleichen Versuchsbedingungen können am besten gewahrt bleiben, wenn als Vergleichssubstanz ein Material gewählt wird, welches ähnlich wie Paraffin nur Kohlenstoff und Wasserstoff enthält, natürlich Wasserstoff in entsprechend geringerem Ausmaße, am besten reiner Kohlenstoff. Von diesem Gesichtspunkt aus wurde daher Ruß als Vergleichssubstanz gewählt. Auf Glimmer von zirka 2 *cm* Luftäquivalent wurden mit Terpentinflamme Rußschichten, die auf kleinen Flächen von 1 *cm*<sup>2</sup> ziemlich homogen hergestellt werden konnten, niedergeschlagen. Die Dicke der Rußschichte wurde durch Auswägen

bestimmt und das Gewicht pro Flächeneinheit so gewählt, daß es dem des in dergleichen Fläche Paraffin enthaltenen Kohlenstoffes entsprach, also zirka  $\frac{6}{7}$  des Paraffingewichtes bezogen auf die Flächeneinheit. Die vollkommene Gleichheit der Versuchsbedingungen bei den Vergleichsversuchen war durch die stabilen und gut zentrierten Versuchsanordnungen, Fig. 1 und 2, gewährleistet. Es wurde tatsächlich nur die auf Glimmer niedergeschlagene Rußschicht mit der jeweils an Kohlenstoff äquivalenten Paraffinschicht + gleichstarkem Glimmer (auf 1 *mm* Luftäquivalent genau) vertauscht. Als besondere Vorsichtsmaßregel wurde auch die Reihenfolge Paraffin-Ruß entsprechend variiert, um eventuellen Einflüssen zu begegnen. Selbstverständlich wurden die Vergleichsversuche auf der gleichen Platte durchgeführt. Die Zahl der Vergleichsversuche betrug 9, zwei davon mißlingen, da das die Rußschicht tragende Glimmerblättchen beim Einlegen in den Apparat zerriß. Bei den übrigen sieben Aufnahmen ist die größere Schwärzung unter Paraffin gegenüber Ruß mit bloßem Auge deutlich sichtbar. Fig. 3 zeigt die Reproduktion einer solchen Aufnahme, bei der einer Rußschicht von  $3 \cdot 1 \text{ mg pro cm}^2$  + Glimmer von  $1 \cdot 59 \text{ cm}$  Luftäquivalent, Paraffin von  $3 \cdot 6 \text{ mg pro cm}^2$  + Glimmer von  $1 \cdot 6 \text{ cm}$  Luftäquivalent entsprach.

Die restliche Schwärzung der Rußaufnahmen kann durch die  $\beta$ -Strahlung von RaE, durch  $\gamma$ -Strahlung und sekundäre  $\beta$ -Strahlung hervorgerufen sein. Außerdem scheint, wie Aufnahmen mit der schrägen Spaltanordnung, bei denen einige H-Bahnen ähnliche Punktfolgen gefunden wurden, vermuten lassen, auch eine H-Strahlung wirksam zu sein, die hauptsächlich auf Verunreinigungen in der Rußschicht zurückgeführt werden muß; auch eine, bei der Zertrümmerung des Kohlenstoffatoms erregte H-Strahlung scheint nach den Versuchen von H. Pettersson<sup>1</sup> nicht ausgeschlossen.

Das Plus an Schwärzung bei den Paraffinaufnahmen kann aber allein nur durch die in Paraffin erregte H-Strahlung erklärt werden. Denn nimmt man selbst an, daß in Paraffin mehr  $\delta$ -Strahlung erregt wird als in der entsprechenden Rußschicht, so kann dadurch die photographische Platte nicht beeinflusst werden, da  $\delta$ -Strahlung mit einer Voltgeschwindigkeit größer als hundert Volt niemals beobachtet wurde und Strahlen dieser Geschwindigkeit in der Glimmer- und Kupferfolie vollkommen absorbiert werden. Sekundäre  $\beta$ -Strahlung, erregt durch primäre  $\beta$ - und  $\gamma$ -Strahlung ist aber in ihrer Geschwindigkeit weitgehend unabhängig vom Material und in ihrer Intensität proportional der absorbierten Primärstrahlenenergie also gleich für die Paraffin- und Rußschicht. Alle anderen Faktoren aber sind in gleicher Weise bei den Paraffin- und Rußaufnahmen wirksam, so daß durch diese Versuche der Nachweis der photographischen Wirkung der H-Strahlen erbracht zu sein scheint.

<sup>1</sup> H. Pettersson, Mitt. a. d. Rad.-Inst. Nr. 168; Wiener Berichte, 133 [1a], 445, 1924.

Quantitative Angaben über die Ausbeute an H-Strahlen etc. konnten bei diesen Versuchen, bei denen es sich um den rein qualitativen Nachweis der H-Strahlenwirkung handelte, noch nicht gegeben werden.

Zum Schlusse sei noch erwähnt, daß auch eine Reihe von Versuchen durchgeführt wurde, bei denen als H-Strahlenquelle der Wasserstoff eines durch elektrolytische Wasserzersetzung beladenen Palladiumbleches von zirka 9  $\mu$  Stärke diente. Da mit Wasserstoff beladenes Palladium auch die unbestrahlte photographische Platte schwärzt,<sup>1</sup> wurde zwischen Platte und Palladium Cu- oder Aluminiumfolie eingelegt. Es war geplant, die H-Strahlenwirkung durch Vergleichsversuche zwischen mit Wasserstoff beladenen und im Vakuum geglühtem Palladium zu untersuchen. Der erste Versuch schien aussichtsreich; bei Wiederholung der Versuche zeigte sich aber unter sonst gleichen Bedingungen eine immer mehr zunehmende Schwärzung, die sich als  $\alpha$ -Verseuchung aufklärte, welche vom Präparat aus durch das Palladiumblech hindurchdrang. Ob es sich dabei um die Diffusion einer Poloniumwasserstoffverbindung handelte, die sich durch den Kontakt zwischen Polonium und dem freien Wasserstoff bildete, oder ob die Erscheinung auf ein Brüchigwerden des Palladiums,<sup>2</sup> wie es bei Wasserstoffbeladung beobachtet wird, zurückzuführen ist, konnte noch nicht aufgeklärt werden.

### Zusammenfassung.

Im Zusammenhang mit den im Institut ausgeführten Versuchen über Atomzertrümmerung durch G Kirsch, H. Pettersson und anderen zeigte es sich wünschenswert, die bisher allein gebrauchte subjektive Szintillationszählungsmethode durch andere objektive Beobachtungsmethoden zu ergänzen. Zu diesem Zwecke wurden Methoden zum photographischen Nachweis von H-Partikeln ausgearbeitet.

Zunächst wurden im Anschluß an die Michl'schen Versuche mit  $\alpha$ -Strahlen H-Partikeln photographiert, die streifend auf die photographische Platte trafen. Es ergaben sich wie bei  $\alpha$ -Strahlen ausgeprägt gerichtete Punktfolgen, deren jede der Wirkung eines H-Partikels entspricht. Aus Absorptionsversuchen sowie aus Vergleichsversuchen, bei denen die als H-Strahlenquelle verwendete Paraffinschicht mit einer an Kohlenstoff äquivalenten Rußschicht vertauscht wurde, ergab sich, daß dieser Schwärzungseffekt nur auf die Wirkung der H-Strahlen zurückzuführen ist und nicht durch etwa vorhandene  $\beta$ -Strahlung erklärt werden kann.

<sup>1</sup> B. v. Lengyel, Ann. d. Phys. 66, 1162, 1898.

<sup>2</sup> Bosc, Zeitschr. f. phys. Chemie 34, 701, 1900.

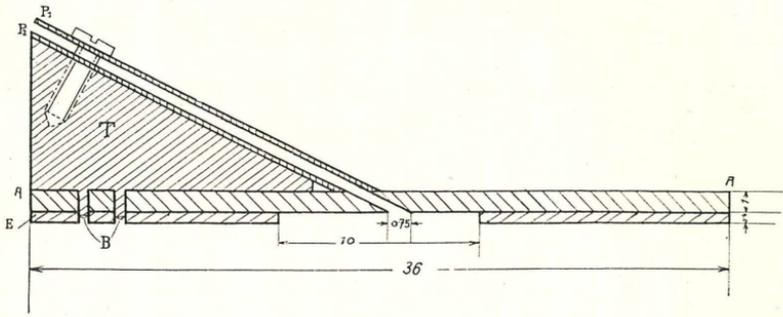


Fig. 1.

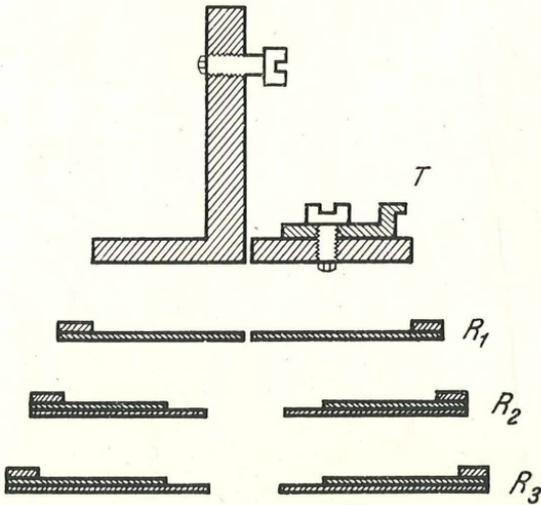


Fig. 2.

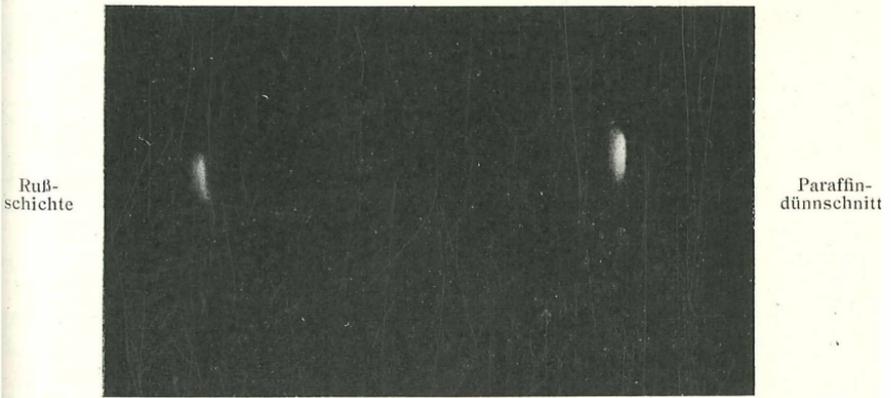


Fig. 3.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1925

Band/Volume: [134\\_2a](#)

Autor(en)/Author(s): Blau Marietta

Artikel/Article: [Über die photographische Wirkung natürlicher H-Strahlen 427-436](#)