

## Mitteilungen des Institutes für Radiumforschung

Nr. 208

# Über die photographische Wirkung von H-Strahlen II

Von

Marietta Blau

(Mit 5 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 14. Juli 1927)

### Natürliche H-Strahlen.

In einer 1925 in diesen Mitteilungen erschienenen Arbeit<sup>1</sup> wurde der Nachweis erbracht, daß H-Strahlen aus Paraffin die photographische Platte schwärzen. Bei schräger Inzidenz rufen sie in der Emulsionsschicht der Platte, ähnlich wie  $\alpha$ -Strahlen Reihen diskreter Schwärzungspunkte hervor, so zwar, daß jede Punktreihe der Wirkung eines einzigen H-Partikels entspricht.

Auf Grund der gewonnenen Erfahrungen wurden nun diese Versuche mit einer verbesserten Anordnung fortgesetzt und es wurde schließlich ein so großes Material gewonnen, daß es statistisch zu Zahlenangaben verwertet werden konnte.

Für die photographischen Aufnahmen wurden Agfa-Röntgenzahnfilme benützt, die mir von Herrn Prof. I. Eggert für die später zu beschreibenden Atomzertrümmerungsversuche, bei denen ein stanzbares Material erforderlich ist, anempfohlen wurden; da sie sich bestens bewährten, wurden sie für alle folgenden Versuche verwendet. Sie haben den Vorteil, Lichteinwirkungen gegenüber sehr unempfindlich zu sein, zeigen im unbelichteten Zustand nur eine sehr geringe Zahl von Dunkelkörnern und ergeben auch nach ganz kurzen Entwicklungszeiten, die diese Versuche erfordern, ein undurchsichtiges, schwarzes, ziemlich regelmäßiges und nicht zu großes Korn.

Die verwendete Apparatur ist in Fig. 1 schematisch wiedergegeben. *P* ist ein Poloniumpräparat von zirka 700 statischen Einheiten, das durch Destillation auf die Schnittfläche eines Palladiumdrahtes von 0·8 mm Durchmesser nach einem von E. Rona und

<sup>1</sup> M. Blau, Mitt. d. Ra. Inst. Nr. 179, 1925; vergl. Zeitschr. f. Phys. 34, 285, 1925.

E. A. W. Schmidt ausgearbeiteten, bisher noch nicht veröffentlichten Verfahren gewonnen wurde.<sup>1</sup> Der Paraffindünnschnitt, der als H-Strahlenquelle diente, sowie Glimmerblättchen zur Absorption der Strahlung konnten in den Schlitten *S* eingeschoben werden. In allen Fällen wurde die Absorption so groß gewählt, daß die  $\alpha$ -Teilchen des Poloniumpräparates vollkommen abgebremst wurden. Die Strahlen fallen durch den 1 mm weiten Kanal in der schrägen Seitenwand, der durch ein Glimmerblättchen luftdicht verschlossen ist, auf den photographischen Film, der auf Stiften in den Rahmen *R* befestigt ist. Der Rahmen wird in eine Ausnehmung in der Bodenplatte eingesenkt, so daß er sich während des Versuches nicht verrücken kann. An der Innenwand wird der Kanal mit Schaumalumi-

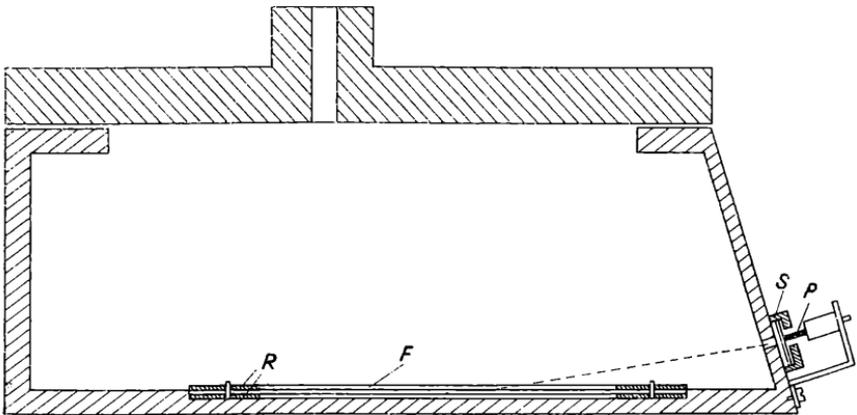


Fig. 1.

nium oder Lenardfolie bedeckt, um Luminiszenzlicht vom Präparat selbst und vom bestrahlten Paraffindünnschnitt zu vermeiden.

Die Apparatur hat den Vorteil, daß der Verschlußglimmer des Apparates und die Glimmerabsorptionen nahezu senkrecht durchsetzt werden, so daß der Absorptionsverlust auf ein Minimum beschränkt ist. Ferner fallen die H-Partikeln des sehr stark ausgeblendeten Strahlenbündels beinahe streifend unter Winkeln von 10 bis 17° auf den Film, so daß sich sehr flache, gut erkennbare Punktreihen ergeben. In Fig. 2 ist in zirka 180facher Vergrößerung eine solche gut ausgebildete Punktreihe von 15 Punkten und einer Länge von 86  $\mu$  wiedergegeben.

Wie schon in der früher zitierten Arbeit über H-Strahlen erwähnt wurde, schien es, daß die Punkte in H-Bahnen etwas weniger dicht aneinanderliegen als in  $\alpha$ -Bahnen. Da jetzt genügend Versuchsmaterial vorhanden war, konnte diese Beziehung näher unter-

<sup>1</sup> Frau Dr. Rona und Herrn Dr. Schmidt möchte ich auch an dieser Stelle für die Herstellung der Präparate meinen herzlichsten Dank aussprechen.

sucht werden. Zu diesem Zwecke wurden Aufnahmen von  $\alpha$ -Bahnen unter den gleichen Bedingungen gemacht und für  $\alpha$ - und H-Bahnen das Verhältnis aus der Länge der Punktreihe zur Punktzahl errechnet. In Tabelle 1 sind Mittelwerte aus je 24 Einzelmessungen eingetragen, die tatsächlich ergeben, daß — da die Korngröße unverändert bleibt — bei  $\alpha$ -Bahnen der Abstand zwischen zwei Schwärzungskörnern kleiner als bei H-Bahnen ist.<sup>1</sup>

Tabelle 1.

	$\alpha$ -Bahn	H-Bahn
Länge d. Bahn Punktzahl	3·19	4·06
	3·07	4·26
	3·15	4·04
	3·52	4·04
	3·3	4·03
Mittelwert	3·24	4·08

Nun liegt zwar der Unterschied in den Werten 4·08 und 3·24 außerhalb der Fehlergrenze; bedenkt man jedoch, daß sowohl bei H- als  $\alpha$ -Bahnen der Abstand zwischen zwei Schwärzungskörnern in einer einzigen Punktreihe sehr stark schwankt, so erkennt man, daß der Größenunterschied zu klein ist, um aus einer einzigen Punktfolge zu entscheiden, ob es sich um eine  $\alpha$ - oder H-Bahn handelt. Hingegen kann man sich wohl bei einer genügend großen Anzahl von Punktreihen durch Mittelwertbildung ein einigermaßen sicheres Urteil bilden.

Eine Punktreihe von 3 Punkten, die von H-Partikeln erregt wird, hat demnach eine durchschnittliche Länge von 12·24, was nach Messungen von Mühlestein<sup>2</sup> und Ikeuti<sup>3</sup> an  $\alpha$ -Strahlen einer Reichweite von zirka 1·6 *cm* entspricht.<sup>4</sup>

Es wurde ferner gefunden, daß, wie nicht anders zu erwarten war, die Länge der Punktfolge eine Funktion der Restreichweite der H-Partikeln ist. Natürlich treten bei H-Strahlen großer Restreichweite neben langen Punktfolgen auch ganz kurze Punktreihen auf, da es sich bei diesen Versuchen nicht um geschwindigkeitshomogene

<sup>1</sup> Aus den Versuchen von Michl, der mit Jahrplatten arbeitete, erhält man für  $\alpha$ -Bahnen einen Wert von zirka 3·0. W. Michl, Wiener Akad. Ber. 121, 1431, 1912; 123, 1955, 1914.

<sup>2</sup> E. Mühlestein, Arch. sc. phys. et nat., 127, 38, 1922.

<sup>3</sup> H. Ikeuti, Phil. Mag., 32, 129, 1926.

<sup>4</sup> Nach Versuchen von E. Rona ist das Bremsvermögen der verschiedenen Substanzen für  $\alpha$ - und H-Partikeln nahezu gleich. E. Rona, Mitt. d. Ra. Inst., 184, Wien. Ber. 135, 117, 1926.

Strahlung handelt; doch steht bei den verschiedenen Absorptionen die Länge der größten Punktfolgen in guter Übereinstimmung mit der maximalen Restreichweite der Partikeln. Fig. 3a und 3b geben zwei Aufnahmen wieder, die mit zirka 9 *cm* (a) und 6·5 *cm* (b) Restreichweite gewonnen wurden.

Um zu ermitteln, bis zu welcher Restreichweite H-Partikeln noch deutlich erkennbare Punktfolgen ergeben, wurden unter sonst ganz gleichen Bedingungen zwei Aufnahmen von H-Partikeln mit einer maximalen Restreichweite von zirka 9, respektive 4 *cm* Reichweite gemacht. Es zeigt sich, daß bei 9 *cm* Restreichweite die Zahl

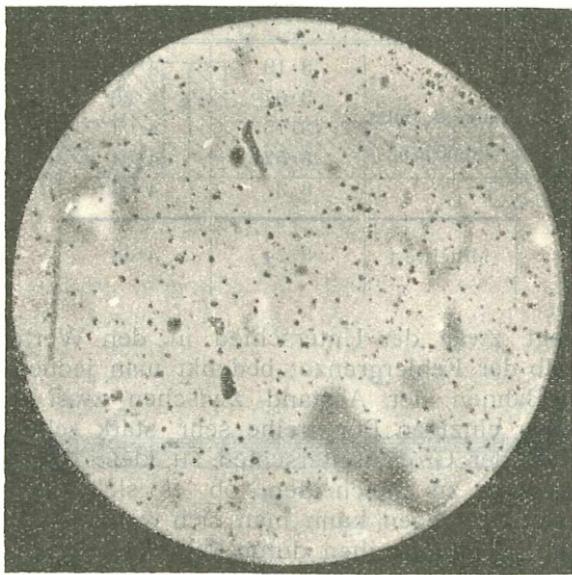


Fig. 2.

der Punktfolgen mit einer Länge von mehr als 50  $\mu$ , die also nach Durchsetzen einer weiteren Weglänge von 5 *cm* Luftäquivalent noch imstande sein müßten, Punktfolgen von mindestens 3 Punkten zu erregen, ungefähr doppelt so groß war, wie die bei 4 *cm* Restreichweite beobachtete Gesamtzahl von Punktfolgen. Aus diesem Ergebnis kann man den Schluß ziehen, daß sich ein beträchtlicher Bruchteil von H-Partikeln mit einer restlichen Reichweite kleiner als 2 *cm* als Punktfolgen der Beobachtung entziehen.

### Versuche mit H-Strahlen aus zertrümmerten Atomen.

Im Anschluß an frühere Untersuchungen<sup>1</sup> wurde bereits nachgewiesen, daß auch H-Strahlen aus zertrümmerten Aluminiumatomen Punktfolgen hervorrufen können. Zu diesem Zweck wurde an Stelle

<sup>1</sup> M. Blau, I. c.

des Paraffindünnschnittes eine Aluminiumfolie entsprechender Dicke gebracht, so daß die von den  $\alpha$ -Partikeln aus Al ausgelösten und nach vorne geschleuderten H-Partikeln die photographische Platte trafen. Da man, sofern nicht mit einer Absorption gearbeitet wird, durch welche natürliche H-Strahlen vollkommen abgebremst werden, den Einwand nicht abweisen kann, daß zumindest ein Teil der H-Partikeln möglicherweise auf natürliche H-Strahlen aus Verunreinigungen, wie Wasserhaut usw. zurückzuführen ist, so muß man, um einen endgültigen Beweis zu erhalten, Methoden verwenden, bei welchen die nach rückwärts ausgeschleuderten Atomtrümmer beobachtet werden.

Es wurde daher im folgenden zum photographischen Nachweis von Atomtrümmern eine Anordnung benützt, die H. Pettersson<sup>1</sup> zuerst zu retrograden Untersuchungen nach der Szintillations-

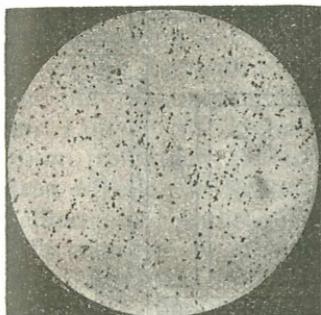


Fig. 3a.

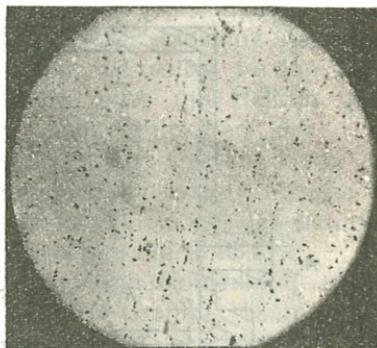


Fig. 3b.

methode verwendet hatte. Für die Aufnahmen fanden, wie schon erwähnt, Agfa-Röntgenzahnfilme Verwendung. Der Apparat wurde mehrfach umgebaut und schließlich folgende Anordnung als die zweckmäßigste befunden.

In Fig. 4 bedeutet *T* den Träger für das Präparat, das in allen Fällen ein Polonium-Destillationspräparat auf einem 0.8 mm dicken Palladiumstift war und wie früher erwähnt hergestellt wurde. Die Stärke des Präparates schwankte bei den verschiedenen Aufnahmen zwischen 100 und 700 statischen Einheiten. *G* die Grundplatte des Apparates ist in ihrem mittleren Teil auf 1 mm Wandstärke eingengt und hat in ihrem Zentrum einen Kanal von 1 mm Durchmesser; ausserdem sind an ihr 4 Stifte angebracht, die in Löcher an den Ecken des vor dem Versuche gestanzten Filmes hineinpassen, so zwar, daß ein in der Mitte des Filmes gestanztes Loch genau zentrisch über den Kanal in der Metallplatte zu liegen kommt. Das Mittelloch des Filmes hat einen Durchmesser von 1.5 mm, ist also größer als das Lumen des Kanals, so daß der

<sup>1</sup> H. Pettersson, Mitt. d. Ra. Inst., Nr. 173, 1, 1924.

Rand, des Filmloches auch nicht streifend von  $\alpha$ -Strahlen der Quelle getroffen werden kann. Als weitere Vorsichtsmaßregel wurde zwischen Film und Metallboden eine Blende von 0.6 mm Durchmesser aus schwarzem Papier mit etwas nach aufwärts gebogenen Rändern angebracht, um das Luminiszenzlicht von der Strahlungsquelle und von den von  $\alpha$ -Strahlen getroffenen Metallteilen abzuschirmen. Als Verseuchungsschutz wurde ein Glimmerblättchen von 4 bis 5 mm Luftäquivalent luftdicht an den Boden des Kanals angekittet. Um eventuelles Luminiszenzlicht, das durch das starke  $\alpha$ -Bombardement an der zu zertrümmernden Substanz ausgelöst werden konnte, tunlichst vom Film abzuschirmen, mußte ein Lichtschutz angebracht werden, der gewöhnlich aus 2 bis 3 Blatt Schaumaluminium bestand, die von einem Staniol- oder Aluminiumblechrahmen gehalten wurden. Für den Lichtschutz diente dieselbe

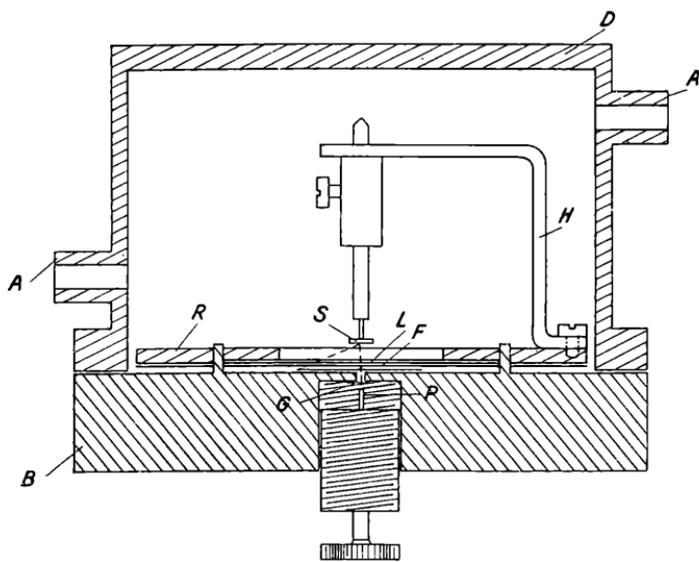


Fig. 4.

Stanze wie für den Film, so daß die zentralen Löcher exakt übereinander zu liegen kamen. Gefärbte Zelluloid-<sup>1</sup> oder Zaponlackhäutchen, die wegen ihrer Lochfreiheit den Aluminiumfolien vorzuziehen sind, konnten nicht verwendet werden, da sie bei der erforderlichen langen Expositionszeiten wahrscheinlich durch chemische Einwirkungen den Film schwärzen.<sup>2</sup> Der Halter *H* für die bestrahlte Substanz ist an den Rahmen *R* angeschraubt, der ebenfalls mit Löchern versehen ist, in die die Stifte der Bodenplatte passen.

<sup>1</sup> Der Firma Worbla A. G., Bern, bin ich für die kostenlose Überlassung von eigens hergestelltem rubinrotem Zelluloid zu großem Danke verpflichtet.

<sup>2</sup> Es wurden auch Versuche mit Folien von C. Müller gemacht, doch lassen sich solche Folien von 1 bis 2  $\mu$  Stärke ohne Verletzung nur sehr schwer stanzen, was in Anbetracht der sehr hohen Herstellungskosten ihre Verwendung leider ausschließt.

Er wird über den Lichtschutz gelegt und dient zur Befestigung des Films und des Lichtschutzes. Endlich bedeutet  $G$  den 4  $cm$  hohen Apparatdeckel, der mittels eines Planschliffes auf den Apparatboden aufgesetzt wird; die Ansatzstücke  $A$  dienen zur Evakuierung, respektive Heliumfüllung des Apparates.

Die  $\alpha$ -Strahlen gelangen demnach nur von dem Glimmerblättchen abgebremst mit einer Restreichweite von 3 bis 3·3  $cm$  auf das Substanzscheibchen, wo sie H-Partikeln auslösen, die rings um das zentrale Loch schräg auf den Film auftreffen. Die Ausbeute an H-Strahlen, die diese Anordnung liefert, ist allerdings nur sehr gering, denn man muß, um einigermaßen übersichtliche Verhältnisse zu bekommen, die bestrahlte Substanzfläche möglichst klein halten, was nur durch Einengung des Primärstrahlenbündels möglich ist, da die Substanz so nahe über den Film gebracht werden muß, um streifende Inzidenz der austretenden Sekundärstrahlung zu erhalten. Andererseits erreicht man durch diese sogenannte retrograde Anordnung, daß tatsächlich nur aus der Substanz austretende Sekundärstrahlung den Film treffen kann, da selbst in den Fällen, bei denen die Apparatur nicht evakuiert oder mit Helium gefüllt wurde, die Sekundärstrahlung aus den Molekülen der 1  $mm$  starken Luftschicht keine wesentliche Rolle spielen kann. Die den Film treffenden H-Partikeln schließen mit der Flugbahn der primären  $\alpha$ -Teilchen Winkeln, größer als  $120^\circ$ , ein, so daß natürliche H-Strahlen aus Verunreinigungen ausgeschlossen sind.

Es wurden hauptsächlich Versuche mit Kohlenstoff als bestrahlte Substanz, und zwar als Acheson-Graphit, Diamant und amorpher Kohlenstoff (99·9% C), durchgeführt, doch wurde auch metallisches Beryllium, Aluminium und Gold untersucht.

Für Versuche mit Diamant und Gold ist die photographische Methode ungeeignet, da man, um das bei diesen Substanzen besonders starke Luminiszenzlicht auszuschalten, einen Lichtschutz von 5 bis 6 Blatt Schaumaluminium oder eine kompakte Metallfolie wählen muß, durch welche die schräg auftreffenden H-Partikeln nahezu vollkommen absorbiert werden.

Bei den anderen genannten Substanzen erhält man bei entsprechender Expositionszeit (im Durchschnitt zirka 5 Tage) folgendes Bild: Rings um das gestanzte Loch ist zunächst eine 0·1 bis 0·2  $mm$  breite, sehr stark geschwärzte Zone, die, wie durch Versuche festgestellt wurde, auf mechanische Verletzung durch das Stanzen zurückzuführen ist.<sup>1</sup> Um diese Zone breitet sich ringförmig das durch die Sekundärstrahlung beeinflusste Schwärzungsgebiet aus, so zwar, daß die Dichte der Schwärzungskörner vom Zentrum zur Peripherie zu ständig abnimmt. In zirka 0·4  $mm$  Entfernung vom Lochrand hat sich das Punktegewirr bereits so stark gelichtet, daß man mit Sicherheit einige wenige Punktreihen unterscheiden kann, die sich durch ihre Richtung vom Lochzentrum zur Peripherie

<sup>1</sup> Die weitere Umgebung des Loches wird durch das Stanzen nicht affiziert.

und vor allem durch ihre Neigung zur Emulsionsschicht des Films, die durch Tiefeneinstellung des Mikroskopes Punkt für Punkt verfolgt werden kann, von zufällig geradlinig liegenden Einzelpunkten oder willkürlich konstruierten Punktreihen unterscheiden.

Fig. 5 a, b zeigt eine Aufnahme mit vorher gut entgastem Acheson-Graphit als bestrahlte Substanz. Zwischen Film und bestrahlter Fläche lag bei diesem Versuche eine Luftschicht von 1 mm. Es läßt sich jedoch leicht berechnen, daß die Zahl der Stickstoffatome, aus welchen die  $\alpha$ -Partikeln H-Teilchen auslösen können, die den Film mit entsprechender Neigung treffen, um 2 Zehnerpotenzen kleiner ist als die der von den Strahlen noch erreichten Kohlenstoffatome. In Bild a ist in zirka 45facher Vergrößerung ein Ausschnitt in der Umgebung des Loches wiedergegeben, während b in zirka 180facher Vergrößerung nähere De-

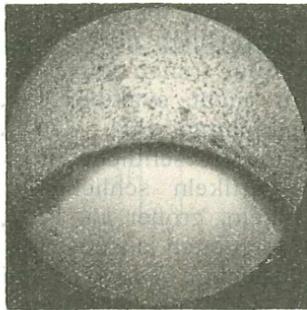


Fig.

tails in größerer Entfernung vom Lochrand zeigt. Es ist im allgemeinen sehr schwer überzeugende Mikroaufnahmen der Originalphotographie zu erhalten, da bei Betrachtung des vergrößerten Bildes das Kriterium der Obliquität der Punktreihen, das man bei subjektiver Mikroskopbetrachtung als ausschlaggebend anwenden kann, fehlt. Doch sind wohl auch in Aufnahme *b* 3 bis 4 Punktreihen, die radial nach außen verlaufen, deutlich zu erkennen. Wegen der Ausdehnung der bestrahlten Fläche können die Punktfolgen Winkel bis zu  $50^\circ$  miteinander einschließen.

Bei fast allen Versuchen mit Kohlenstoff als bestrahlte Substanz, die mit entsprechender von der Präparatstärke abhängiger Expositionszeit mit ausreichendem Lichtschutz usw. durchgeführt wurden, und zwar auch bei Aufnahmen, bei welchen im Vakuum oder mit Heliumfüllung gearbeitet wurde, kann man unter dem Mikroskop eine Anzahl von Punktreihen von 3 bis 8 Punkten erkennen. Allerdings schwankt die Zahl der Punktreihen bei den einzelnen Versuchen ziemlich stark und solche mit nur 3 bis 4 Punkten überwiegen in allen Fällen.

Alle Punktreihen aber, die man erhält, können nur der Wirkung von H-Strahlen aus den Kohlenstoffatomen entstammen und

liefern somit eine weitere Stütze für die Zertrümmerbarkeit des Kohlenstoffatoms.<sup>1</sup> Denn Punktreihen können nur durch  $\alpha$ - oder H-Strahlen hervorgerufen werden.  $\alpha$ -Strahlen aus der Quelle können den Film nicht treffen<sup>2</sup> und reflektierte  $\alpha$ -Partikeln von einer Reichweite von  $1.3\text{ cm}$ , die, wie im ersten Abschnitte gezeigt wurde, nötig wären, um Punktreihen von mindestens 3 Punkten zu erzeugen, sind bei einem Reflexionswinkel von mindestens  $120^\circ$  und einer Primärreichweite von  $3.3\text{ cm}$  nach der Rutherford-Bohr-

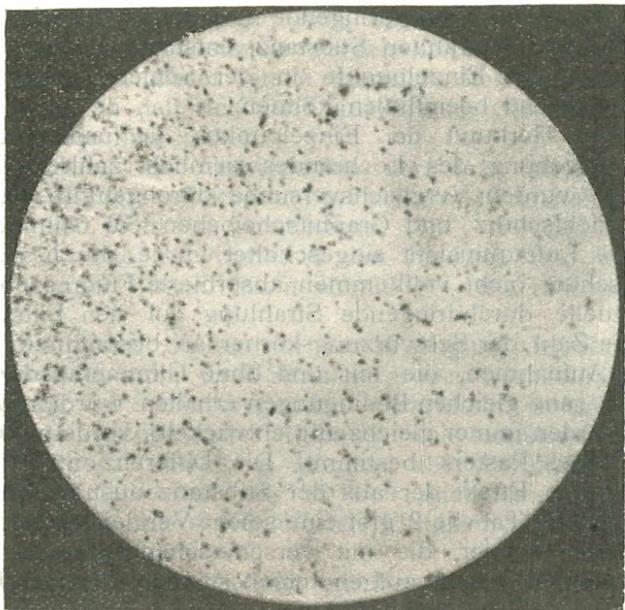


Fig. 5 b.

schen Theorie nicht vorhanden. (Die Reichweite der schnellsten an der Oberfläche des Graphitscheibchens gestreuten Partikeln beträgt  $0.7\text{ cm}$ .)

Die Zahl der durchschnittlich erhaltenen Punktreihen ist nach allerdings nur sehr approximativ bestimmbarer Ausbeuteberechnung kleiner als den von H. Pettersson bei minimaler Absorption (etwa  $0.5\text{ cm}$  Luft) angegebenen Werten für Atomtrümmer aus Kohlenstoff entspricht. Es muß aber bedacht werden, daß H-Partikeln zur Erzeugung von Punktreihen aus 3 Punkten schon eine Reichweite von mindestens  $1.6\text{ cm}$  besitzen müssen und daß die emittierten Partikeln sehr schräg aus der Graphitschicht austreten und den

<sup>1</sup> H. Pettersson, Mitt. d. Ra. Inst., Nr. 168, 445, 1924, und Nr. 200, 225, 1927; Zeitschr. f. Phys., 42, 679, 1927.

<sup>2</sup> Die Apparatur wurde vor- und nach jedem Versuch photographisch durch ebensolange Expositionszeiten auf Verseuchung geprüft und Aufnahmen, die Verseuchung ergaben, ausgeschaltet.

Lichtschutz unter großer Neigung durchsetzen, so daß sie schon dadurch eine bedeutende Geschwindigkeitseinbuße erleiden. Nun fällt aber gerade für Kohlenstoff die Ausbeute von H-Partikeln mit zunehmender Absorption relativ steil zu ganz kleinen Werten ab. Andererseits ist aus den im ersten Abschnitt der Arbeit beschriebenen Untersuchungen bekannt, daß die photographische Methode nur einen Bruchteil der H-Partikeln kurzer Reichweite als Punktreihen erfaßt. Dazu ist ferner in Betracht zu ziehen, daß das vom Lichtschutz nicht vollkommen absorbierte Fluoreszenzlicht der Substanz und eine eventuelle durchdringende Strahlung, die dem Präparat selbst oder der bestrahlten Substanz entstammen kann und sich photographisch als Einzelpunkte in der Schichte auswirken, das Gesamtbild störend beeinflussen können.

Um die Herkunft der Einzelpunkte, die namentlich in der nächsten Umgebung des Lochrandes ziemlich zahlreich auftreten, aufzuklären, wurden Vergleichsversuche durchgeführt, bei welchen zwischen Lichtschutz und Graphitscheibchen ein Glimmerblättchen von 3·6 cm Luftäquivalent eingeschaltet wurde, durch welches das vom Lichtschutz nicht vollkommen absorbierte Fluoreszenzlicht und eine eventuelle durchdringende Strahlung auf den Film auftreffen konnte. Die Zahl der Schwärzungskörner an bestimmten Stellen des Films bei Aufnahmen, die mit und ohne Glimmerabsorption, aber unter sonst ganz gleichen Bedingungen erhalten wurden (Vergleichsversuche wurden immer gleichzeitig entwickelt) wurde mikroskopisch mit Hilfe eines Rasters bestimmt. Die Differenz aus den Punktzahlen gibt den Effekt der aus der Substanz austretenden Korpuskularstrahlen an. Tabelle 2 gibt eine solche Vergleichszählung zweier Versuchsserien wieder, die mit verschiedenen Präparatstärken und an verschiedenen Tagen aufgenommen wurden. Die in der Tabelle angegebenen Zahlen sind Mittelwerte, die an 24 verschiedenen Stellen eines Kreisringes in 0·3 mm Entfernung vom Lochrand aufgenommen wurden und beziehen sich auf eine Fläche von 0·04 mm<sup>2</sup>.

Tabelle 2.

Versuchsnummer	Präparatstärke incl. st. E.	Expositionszeit in Stunden	Zahl der Punkte	Differenz	Ausbeute berechnet	Ausbeute berechn.
						Ausbeute exp.
A	510	90	493	341	290	0·85
A Glimmer	510	90	152	—	—	—
B	250	120	368	235	194	0·82
B Glimmer	250	120	133	—	—	—

Die Ausbeuteberechnung, die, wie erwähnt, nur ganz approximativ durchgeführt werden konnte, wurde unter der Annahme ge-

macht, daß die Zahl der H-Partikeln 20 pro  $10^6 \alpha$ -Partikeln beträgt; was nach Versuchen von H. Pettersson<sup>1</sup> für H-Strahlen aus Kohle von ungefähr 1.5 cm Reichweite gilt. Man kann demnach die zahlreichen Einzelpunkte in der Nähe des Lochrandes zwanglos als Wirkung kurzer H-Partikeln, die bei der Szintillationsmethode beobachtet werden, deren Reichweite aber zur Bildung von Punkt-reihen nicht ausreichend ist, deuten. Dabei ist noch zu berücksichtigen, daß in der Nähe des Lochrandes, wo aus geometrischen Gründen die Zahl der auftretenden H-Partikeln am größten ist, in dem allgemeinen Punktegewirr auch eventuell vorhandene Punkt-reihen nicht sicher diagnostiziert werden können; außerdem treten die H-Partikeln an dieser Stelle ziemlich steil in die photogra-phische Schicht, so daß sich auch aus diesem Grunde Punkt-reihen nur schwer beobachten lassen.

Zur Erklärung der Einzelpunkte darf man daher auch nicht die Wirkung kurzer reflektierter  $\alpha$ -Partikeln heranziehen, da sie unter so großen Winkeln (mindestens  $145^\circ$ ) reflektiert nur eine maximale Reichweite von zirka 4 mm besitzen und nur in verschwindend kleiner Anzahl (nicht einmal 1% der H-Strahlen) vor-handen sind.

Auch  $\delta$ -Strahlen dürften an der Erzeugung der Einzelpunkte nur wenig beteiligt sein, da  $\delta$ -Strahlen großer Geschwindigkeit nur in der Richtung der sie erzeugenden  $\alpha$ -Partikeln emittiert werden, während in entgegengesetzter Richtung nur langsame  $\delta$ -Partikeln beobachtet werden. Andererseits können aber Partikeln von einer Voltgeschwindigkeit kleiner als 65 Volt nach den Angaben von Brett<sup>2</sup> nur auf besonders präparierten Emulsionen photographische Wirkungen hervorbringen. •

Die wenigen Versuche, die mit Beryllium gemacht wurden, zeigen ungefähr das gleiche Bild wie Kohlenstoffaufnahmen. Für Aluminium scheinen die Verhältnisse am günstigsten zu liegen, da hier sowohl die Gesamtausbeute an H-Strahlen größer ist und vor allem, da aus Aluminium schnellere H-Partikeln emittiert werden. Tatsächlich wurden auch mit Al im allgemeinen mehr und längere Punkt-reihen erhalten, doch konnten die Vorteile nicht ganz aus-genützt werden, da das stärkere Luminiszenzlicht einen kompakteren Lichtschutz erforderlich machte, dessen schräge Durchsetzung einen großen Absorptionsverlust für die austretende Strahlung be-deutet.

Alle Punkt-reihen, sowohl aus Kohlenstoff wie aus den anderen untersuchten Substanzen zeigten durchschnittlich unter Berücksichtigung des schrägen Einfall'es auf den Film für das Verhältnis Länge der Punkt-reihen

Punktzahl den gleichen Wert wie natürliche H-Strahlen, also einen etwas größeren Wert als  $\alpha$ -Teilchen, was wohl auch als

<sup>1</sup> H. Pettersson, l. c.

Brett, Proc. Leeds Phil. Lit. Soc., 1925, 1.

ein Beweis dafür dienen kann, daß die Punktfolgen tatsächlich durch H-Partikeln erregt wurden.

Im allgemeinen kann man sagen, daß sich die photographische Methode für quantitative Untersuchungen auf dem Gebiet der Atomzertrümmerung nicht besonders eignet, da man, um zu einigermaßen verlässlichen Angaben zu gelangen, langwierige Versuchsserien zu wiederholten Malen ausführen muß. Als qualitative Nachweismethode kommt ihr hingegen größere Bedeutung zu, da bei Ausschluß von  $\alpha$ -Strahlen eine sicher diagnostizierte Punktreihe als objektiver Beweis für das Vorhandensein eines H-Partikels gelten kann.

### Zusammenfassung.

1. Es wird zunächst eine Versuchsanordnung zum photographischen Nachweis von natürlichen H-Teilchen beschrieben, die eine große Anzahl gut ausgebildeter Punktreihen lieferte.

2. Es zeigte sich, daß die Bromsilberkörner in durch H-Strahlen erregten Punktfolgen weniger dicht aneinanderliegen als bei  $\alpha$ -Bahnen. Die Länge der Punktfolgen ist ein Maß für die Restreichweite der wirkenden H-Partikeln, doch läßt sich nur ein Bruchteil von H-Partikeln kurzer Reichweite als Punktfolgen erfassen.

3. Durch Verwendung der retrograden Methode können auch H-Strahlen aus zertrümmerten Atomen photographisch nachgewiesen werden. Die Ergebnisse stehen auch zahlenmäßig in keinem Widerspruch mit den in Wien mit der Szintillationsmethode beobachteten Untersuchungen und liefern eine weitere Stütze für die Zertrümmerbarkeit des Kohlenstoffatoms.

---

# 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: 1927

Band/Volume: [136\\_2a](#)

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

Artikel/Article: [Mitteilungen des Institutes für Radiumforschung Nr. 208. Ober die photographische Wirkung von H-Strahlen II- 469-480](#)