Gedruckt mit Unterstützung aus dem Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Mitteilungen des Institutes für Radiumforschung
Nr. 210

Zur Verwendbarkeit des Geiger'schen Spitzenzählers für Versuche über Atomzertrümmerung

Von
Norbert Kreidl

(Mit 6 Textfiguren)

Vorgelegt in der Sitzung am 27. Oktober 1927

§ 1. Einleitung.

Für Untersuchungen auf dem Gebiete der Atomzertrümmerung wurde anfangs ausschließlich die Szintillationsmethode benutzt, doch ließen es die in diesem Institute gemachten Erfahrungen über die Mängel dieser Methode für quantitative Messungen bald wünschenswert erscheinen, die Verwendbarkeit anderer Methoden zur Beobachtung von Korpuskularstrahlen auch für diesen Zweck nachzuprüfen. So waren mit der Wilsonschen Nebelmethode[1] und mit der Untersuchung der direkten photographischen Wirkung der H-Teilchen im letzten Jahre hier im Institute gute Erfolge erzielt worden[2,3]. Eine dritte Möglichkeit, den seit seiner Beschreibung[4] vielfach angewandten Geigerschen Spitzenzähler für die Beobachtung von Atomtrümmern auszugestalten, wurde von mir einer Prüfung unterzogen. Diese Methode gestattet eine von Kovařik[5] angegebene und besonders auch von Greinacher[6] ausgearbeitete akustische Beobachtungsweise. Schon 1921 hatte Rausch v. Traubenberg[7] einen qualitativen Versuch angestellt und hatte die erhaltene Strahlung als H-Strahlung deuten können. Ein kurzer Bericht über die bei meiner Arbeit gemachten Erfahrungen, die vor drei Jahren begonnen wurde und aus persönlichen Gründen mehrfache Unterbrechung erlitt, wird im folgenden gegeben.

Es ergab sich, daß die hohe Empfindlichkeit der Methode, welche die ausgezeichneten Leistungen der Kammer bei ihrer vielfachen Anwendung für verschiedene Strahlenarten bedingt hatte, die beim Atombombardement auftretende Sekundärstrahlen aller Art aus-

---

1 C. T. R. Wilson, Proc. Cambr. Soc., *21*, 405, 1921.
R. Holoubek, Zeitschr. f. Ph., *42*, 304, 1927.
3 M. Blau, Wien. Ber., *134*, 427, 1925; Z. f. Ph., *34*, 285, 1925.
4 H. Geiger, Verh., *15*, 534, 1913.
5 A. F. Kovařik, Ph. R., *9*, 567, 1917.
6 H. Greinacher, Z. f. Ph., *23*, 361, 1924.
H. Rausch v. Traubenberg, Verh. d. Ph. G., 1921.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

nahmslos zu registrieren, aber infolge des Multiplikationseffekts der Spitze nicht genügend zu differenzieren erlaubt. Hiedurch würde eine Reinheit der Präparate von Beta- und Gammastrahlen erforderlich, die bei den notwendigerweise verwendeten Präparatstärken nicht leicht erzielbar ist und überdies wäre die Voraussetzung notwendig, daß beim Zertrümmerungsvorgang keinerlei Beta- oder Gammastrahlen auftreten, die in keinem Falle von vornherein gemacht werden darf. Ein weiterer Nachteil zeigte sich in der durch den Wirkungsbereich der Spitze begrenzten Ausbeute. Seither wurde von Greinacher[1] eine Zählmethode angegeben, welche die in einer Ionisationskammer auftretende Ionisation ohne jede Stoßionisation oder Spitzenwirkung bei normalen Drucken durch Anwendung eines hohen Verstärkungsaggregats nachzuweisen erlaubt. So vorzüglich der Geiger'sche Zähler auf dem Gebiet des Nachweises homogener Strahlung sich bewährt, schien hier die alleinige Verwertung der Primärionisation überlegen, die die erwähnten Nachteile vermeidet. Tatsächlich wurden nach Abschluß dieser Arbeit von Ortner und Stetter[2] günstige Resultate nach letzterer Methode erhalten.

§ 2. Zur Methodik des Spitzenzählers.

Die Prüfung der Eigenschaften des Spitzenzählers mit besonderer Berücksichtigung seiner Verwendbarkeit zum Nachweise der Atomzertrümmerung erfolgte in einer Anordnung, die im wesentlichen der von Greinacher angegebenen entspricht.

Die genaue Anordnung ist aus Fig. 1 ersichtlich. Die Beobachtung der Stöße konnte akustisch im Telephon *T* oder visuell an den Ausschlägen des Milliamperemeters *Ma* erfolgen. Die Hochspannung wurde durch Variation der Primärspannung bei *W* variiert und im Elektrometer *E* gemessen. Die Frage der Theorie des Zählers war zuerst von Kutzner, Geiger und Wulf[3,4,5] aufgerollt worden und scheint am besten durch die Auffassung von Emeléus[6] gelöst zu sein. Diese verlangt schon theoretisch jene geringe Abhängigkeit des Endeffekts von der Primärionisation, die für H-Strahlenanalyse so nachteilig ist. Die Funktion der Zählkammer ist in ziemlich hohem Maße von ihrer Form unabhängig. Die übliche Form, ein zylindrisches Messingrohr von 2 *cm* Durchmesser, das auf einer Seite mit einem zentral durchbohrten die Spitze tragenden Ebonitpfropfen und auf der anderen mit einer ebenfalls zentral durchbohrten Vorderwand aus Messing verschlossen ist, wurde im folgenden meist verwendet. Die Vorderwand ist für den Entladungs-

---

1 H. Greinacher, Z. f. Ph., *36*, 364, 1926.

2 G. Ortner und G. Stetter, Ph. Z., *28*, 70, 1927.

3 W. Kutzner, Z. f. Ph., *23*, 117, 1924.

4 H. Geiger, Z. f. Ph., *27*, 7, 1924; Verh. *5*, 12, 1927.

5 Th. Wulf, Ph. Z., *26*, 382, 1925.

6 K. Emeléus; Pr. Cambr. Soc., *22*, 676, 1924.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

mechanismus bedeutungslos und erfüllt die Funktion einer Blende. Eine Kammer ohne Vorderwand funktionierte gut (Vergleich Kutzner, l. c.), nur kam es bald infolge Verstaubung der Spitze zu spontanen Entladungen. Eine vorne nur mit dünner Glimmerfolie verschlossene Kammer glich in ihrer Wirkung völlig einer Kammer mit Messing-

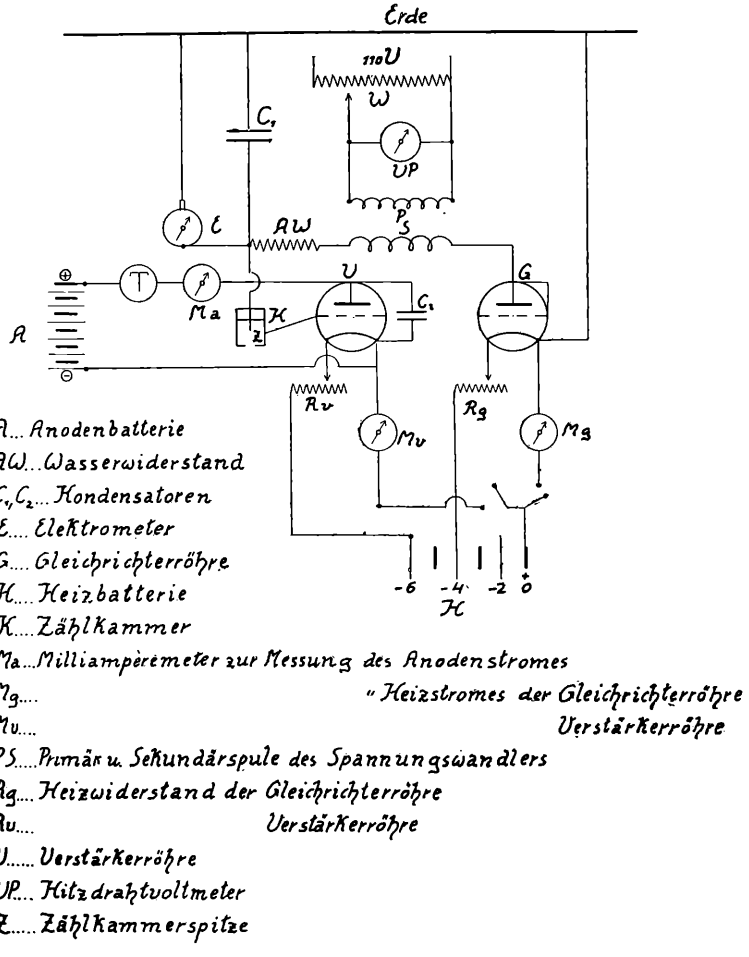

Fig. 1.

verschluß. Unverändert gute Funktion erhielt ich auch mit einer Kammer von nur 5 *mm* Durchmesser; ebenso mit einer aus zwei derartigen Kammern bestehenden Doppelkammer, wenn diese durch eine von den Kammerwänden isolierte, geerdete Metallplatte völlig gegeneinander abgeschirmt waren.

Von der Bedeutung, die die Kammerwand bei der Registrierung von Gammaimpulsen hat, ist hier abgesehen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Als Spitzen wurden nach Kovařik-Mac Keehan[1], Greinacher (l. c.) und Th. Wulf (l. c.) Stahlnadelspitzen, die auf Ölstein zugeschliffen wurden, verwendet. Beim Zuschleifen war nicht nur auf Feinheit und Gleichmäßigkeit, sondern auch auf geradlinigen eher konkaven Verlauf zu achten. Eine gut geschliffene nicht ausgeglühte Nadel gibt meist schon bei niedriger Spannung spontane Ausschläge, als später für das Optimum der Wirkung nötig ist. Das Ausglühen verringert die Zahl der spontanen Entladungen und erhöht die Spannung, bei der diese eintreten, erhöht aber auch die untere Grenze des Ansprechens der Nadel auf Bestrahlung. Das Ausglühen scheint keine andere Wirkung zu haben, als die, die Oberfläche homogen zu machen und so Störungsentladungen zu

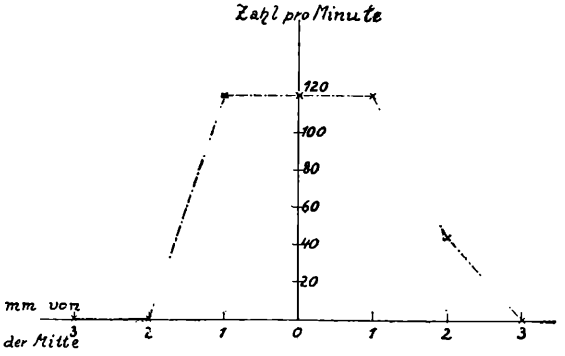

Fig.

verhindern. Würde sie, wie vermutet wurde, das Abreißen der durch das ionisierende Agens eingeleiteten Entladung bedingen, so hätte man zu erwarten, daß die unausgeglühte Nadel auf Bestrahlung, ja selbst auf einsetzende spontane Entladung mit Dauerentladung reagiert, was nicht der Fall ist. Die Kammerspannung wurde so gewählt, daß die Spitze negativ gegenüber der Kammerwand ist. Hiedurch erhält man niedrigere wirksame Spannungen und einen größeren wirksamen Spannungsbereich (Wulf, l. c.).

Die Distanz Spitze-Kammerwand war wie bei Kohlhörster[2] gegen 5 *mm*. Indes können auch andere Distanzen verwendet werden. Die Spannung betrug 1200 bis 1900 Volt.

§ 3. Räumlicher Wirkungsbereich der Spitze. Relative Ausbeute.

Die Frage des Bereiches um die Spitze, den der Strahlengang durchsetzen, beziehungsweise die Richtung, in der er sie treffen

---

[1] A. F. Kovařik und L. W. Mac Keehan, Ph. R., *6*, 426, 1915.

[2] W. Kohlhörster, Ph. Z., *26*, 732, 1925.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

muß, damit sie auf Strahlung anspricht, war, wie eingangs erwähnt, von großer Bedeutung für die größtmögliche Steigerung der Ausbeute durch Vergrößerung der Eintrittsöffnung in der Kammervorderwand. Die Untersuchung dieser Frage wurde um so notwendiger, als die später beschriebenen ersten Versuche mit Sekundärstrahlen, die mit einer Kammer ohne Vorderwand angestellt worden, eine hohe Ausbeute ergaben, die durch die offene Kammer verursacht erscheinen konnte.

Zu diesem Zwecke wurde in ein Messingrohr von 1 *cm* Durchmesser, 3 *cm* Länge und 1 *mm* Wanddicke, wie es auch sonst als Kammer benutzt wurde, bloß einseitig ein Ebonitpfropfen mit der Nadel eingeführt, während die andere Seite nur zum Schutz gegen Staub mit einer Glimmerfolie vom zirka 1 *cm* Luftäquivalent verschlossen wurde. Gegenüber dieser offenen Kammer war ein starkes Poloniumpräparat, aus dem durch eine Blende von 1·5 *cm* Länge und gegen 1 *mm* Durchmesser ein Strahlenbündel ausgeblendet war, längs einer Längsskala beweglich angebracht, so, daß die Blendenröhre der Nadel parallel und in der Nullstellung möglichst genau in ihrer Verlängerung lag.

Das Resultat stellt Tab. 1 und Fig. 2 dar und führt prinzipiell zu demselben Schluß wie von Kutzner (l. c.) angestellte sehr exakte Untersuchungen über dieselbe Frage. Der räumliche Wirkungsbereich der verwendeten Kammer beträgt, und zwar sehr scharf umgrenzt, ungefähr 3 *mm*.

Tabelle 1.

Räumlicher Wirkungsbereich um die Spitze.

Millimeter von der Mitte der Kammer.:	3·0	2·0	1·0	0·0	1·0	2·0	3·0
Stoßzahl	0·2	45	118	118	117	1	0·3

Demnach darf die Vorderwandöffnung bei quantitativen Messungen 2 *mm* nicht übersteigen, was eine außerordentliche Beschränkung der Ausbeute an Sekundärstrahlung aus mit Alphastrahlen bestrahlten Substanzen bedeutet.

Ich versuchte daher, statt einer nadelförmigen eine schneidenförmige Innenelektrode zu verwenden. Alle Versuche dieser Art scheiterten an der Schwierigkeit, genügend gleichmäßige Stellung und Oberflächenbeschaffenheit der (4 *cm* langen) Schneide und des einige Millimeter davon entfernt liegenden Teiles der Kammerwand zu erhalten. Bei verschiedenen Versuchen, teils auch mit oxydierter Schneide, waren entweder spontane Entladungen unvermeidlich oder das Ansprechen auf Bestrahlung erfolgte an Einzelstellen oder vor jeder Wirkung der Bestrahlung traten an einzelnen Stellen Spitzenentladungen auf. Versuche dieser Art wurden seither nicht mehr aufgenommen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

§ 4. Zählung der Stöße. Wirkungsgröße verschiedener Strahlenarten.

(Vgl. die hiefür vorbildliche Arbeit von H. Greinacher.[1])

Die in der Kammer entstehenden Spitzenentladungen wurden durch Verbindung der Kammerwand mit dem Gitter einer Elektronenröhre verstärkt und als Schwankungen des Anodenstroms mit Telephon und Milliamperemeter nachgewiesen. Je geringer die Gitterisolation ist, desto stärker ist der akustische Effekt, je höher die Isolation, desto größer sind die Ausschläge des Milliampèremeters, wobei der durch ein Alphateilchen hervorgerufene Ausschlag bis zu ein bis zwei Milliampère betragen konnte. Große Aufmerksamkeit mußte den spontanen Entladungen (sogenannten natürlichen Stößen) zugewandt und deren Zahl nicht nur wiederholt kontrolliert und von den Versuchszahlen abgezogen, sondern auch möglichst konstant gehalten werden, da eine Änderung der Stoßzahl eine Änderung der Absolutzahl mit sich zu bringen scheint. Dies ist besonders dann der Fall, wenn die Stoßzahl nicht unter eins pro Minute gehalten wird. (Zur Zahl der natürlichen Stöße vergl. Geiger, Kohlhörster, Kutzner [l. c.])

Über die Unterscheidbarkeit verschiedener Strahlenarten ist kurz folgendes zu sagen.

Qualitative Unterschiede in der Wirkung von Alpha- und Betastrahlen wurden von Geiger und Greinacher (l. c.) festgestellt, wobei der Unterschied aber weit hinter dem der Primärionisation zurücktritt und außerdem bei höheren Spannungen, wo die Zahl der Betastrahlen von der Spannung unabhängig wird, noch weiter abnimmt. (In diesem Gebiet fand Geiger das Verhältnis der Ausschläge nur mehr wie vier zu fünf.)

In der Verzerrung der Unterschiede durch Wahl eines Arbeitspunktes der Röhrencharakteristik, bei dem erst die Wirkung der stärker wirkendenden Strahlenart den Anodenstrom längs des steilen Kurventeiles verringert, hat man zwar ein weiteres, aber besonders bei Anwesenheit von mehr als zwei Strahlenarten gefährliches Mittel, bei dessen voller Ausnutzung ich im günstigsten Fall folgende Unterscheidbarkeit für Alpha- und Betastrahlen erhielt.

Tabelle 2.

Unterscheidbarkeit von Alpha- und Betastrahlen.

Spannung	Alphastrahlen	Betastrahlen
Bis 1300 V	—	— Ausschläge in MA
1360	0·05	unmerklich
1400	0·07	0·00—0·02
1450	0·1	0·02—0·03

[1] Siehe p. 589, Anm. 6.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Zu Tabelle 2.

Spannung	Alphastrahlen		Betastrahlen	
1490 V	0·2		0·03—0·05	
1600	0·4—0·5		0·05—0·1	
1680	0·6		0·1	
1780	0·2	bis	0·7	kontinuierlich

Dieses Resultat ist günstig, indes sind für Unterscheidungsversuche die folgenden Bedenken zu beachten:

1. Das Erreichen eines günstigen Arbeitspunktes ist mit einer gewissen experimentellen Unsicherheit verbunden, da man auf einen günstigen Punkt der Charakteristik der Röhre, einen bestimmten Spannungsbereich, in dem die Unterscheidbarkeit groß, aber die Stoßzahl schon genügend stabil ist und die natürlichen Stöße noch keinen störenden Einfluß haben, und vor allem auf eine Nadel angewiesen ist, die weitgehende Variation bei größerer Empfindlichkeit erlaubt.

2. Die einzelnen durch dieselbe Strahlenart hervorgerufenen Entladungen sind untereinander nicht gleich. Auch diese Unterschiede werden verzerrt, so daß gerade unter günstigen Umständen beispielsweise Betastrahlen von etwas stärkerer Wirkung mit Alphastrahlen verwechselt werden können. Bei hohen Spannungen (ab 1700 Volt im Falle obiger Tabelle) wird die Verteilung der Ausschlagsgrößen tatsächlich kontinuierlich. Sogar im optimalen Gebiet der Tabelle war die demnach zu befürchtende Änderung in der Registrierung als Alpha- und als Betateilchen, wenn auch gering, so doch nachweisbar. Bei 1560 Volt wurden auf gleich viel Alphateilchen um 6% weniger Betateilchen registriert.

3. Der Unterschied in der Wirkung von Alpha- und H-Strahlen war kleiner als der zwischen Alpha- und Betastrahlen zu erwarten, die Unterscheidbarkeit daher schwieriger und die unter 2 erwähnten Vermengungen wahrscheinlicher.

4. Es waren bei einer Zählung von Sekundärstrahlen selbst abgesehen von eventuell ablenkbaren Betastrahlen neben den H-Strahlenpartikeln auch Gammaimpulse zu erwarten, also gegebenenfalls drei Strahlenarten auseinanderzuhalten, was wohl kaum ohne experimentelle oder rechnerische Festlegung dieser Gammastrahlen möglich wäre.

5. Die Wirkungsintensität durch Gammaimpulse in der Kammer erzeugter Strahlen scheint sehr inhomogen zu sein.

Die mit der im folgenden Paragraph geschilderten Versuchsanordnung erhaltenen Sekundärstrahlen konnten auch tatsächlich in keiner Weise getrennt werden, wenigstens bezüglich der Ausschlagsgröße blieben monatelange, zum Teil mit einem Saitengalvanometer angestellte Versuche erfolglos.

Die folgenden Versuche mit Sekundärstrahlen wurden daher auch gar nicht mit der Absicht einer Differenzierung der Strahlenarten unternommen, sondern nur in der Hoffnung, bei Verwendung

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

von Po als Alphastrahlenquelle, das zuerst von E. A. W Schmidt[1] zur Zertrümmerung verwendet wurde, genügende Freiheit von Beta- und Gammastrahlen zu erreichen, um die H-Strahlen Absorptionskurve außerhalb des Bereichs gestreuter Alphateilchen mit genügender Schärfe herausarbeiten zu können.

§ 5. Beobachtung an Sekundärstrahlen in der Richtung der auffallenden Alphastrahlung.

Zu den ersten im Jahre 1925 am Physikalischen Institut der Universität Bern angestellten Versuchen stand mir ein beiderseitig mit Po aktivierter Po-Streifen von je zirka 200 e. st. E. zur Verfügung, der von Frau Dr. Rona und von Frau Dr. Kara Michailova im Wiener Institut für Radiumforschung hergestellt worden war, denen ich auch für Herstellung und Messung der weiteren Präparate verpflichtet bin. Bei dieser Präparatstärke war nur an Beobachtung in der Richtung der Alphastrahlung zu denken. Als bestrahlte Substanzen dienten zunächst Paraffin in einer Schichtdicke von 20 und Aluminium von 2·28 *cm* Luftäquivalent (L. Ä.), mit denen je eine Seite des Präparats bedeckt wurde. Überdies waren beide Seiten zwecks sicherer Absorption der Alphastrahlen mit Glimmer von 4·25 *cm* L. Ä. überzogen. Mit einer offenen Zählkammer in der Entfernung 1 *cm* wurde mit Al eine Sekundärstoßzahl von 200/min. erzielt.

Die im vorigen Paragraphen mitgeteilte Untersuchung zeigt, daß nicht die ganze Kammeröffnung für die Berechnung der Ausbeute zu berücksichtigen ist, sondern nur ein Bereich von 3 *mm* Durchmesser. Für einen solchen Bereich ergibt sich für die gegebenen Dimensionen aus den Resultaten von E. A. W. Schmidt eine zu erwartende Ausbeute von der Größenordnung 10/min. War hierin bereits eine Andeutung vorhanden, daß hier zum großen Teil nicht H- sondern Beta- und Gammastrahlung vorlag, so konnte dagegen der Verlauf der Absorptionskurve Fig. 3 schon eine H-Strahlung vortäuschen. Dennoch wurde das Resultat infolge der hohen Ausbeute nicht so ausgedeutet und die Methode der Beobachtung in der Richtung der Alphastrahlen verlassen, als dies durch die Überlassung eines stärkeren Präparats möglich wurde.

Denn die vorwärtige Beobachtungsmethode leidet bereits bei Verwendung der Szintillationsmethode, die von Störungen durch Beta- und Gammastrahlen frei ist, an dem Umstand, daß Primäreffekte (H-Strahlen aus der Quelle) den Sekundäreffekt fälschen. Um so weniger kann sie im Fall der Verwendung der Spitzenmethode als einwandfrei bezeichnet werden, da dann außerdem noch jede Beta- und Gammastrahlung aus etwa in Po noch vorhandenen RaD und RaE und auch eine von vornherein nicht auszuschließende durchdringendere Strahlung aus dem Po selbst sowie

---

[1] E. A. W. Schmidt, Wien. Ber., IIa, *134*, 385, 1925 (Mitt. Ra., I., 178).

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

endlich Strahlungen dieser Art aus dem Präparatträger eine analoge Fälschung verursachen. In höherem Maße gilt dies bei Verwendung von RaB+C (wie bei Schmutzer[1]), wo mit einer beträchtlichen primären Gammastrahlung zu rechnen ist.

Der Abfall dieser Strahlung ist zwar in einem größeren Absorptionsgebiete nicht groß, scheint mir aber am Ende der Reichweite mit den äußerst geringen Unterschieden der Gammastrahlung und Gamma- plus H-Strahlung vergleichbar.

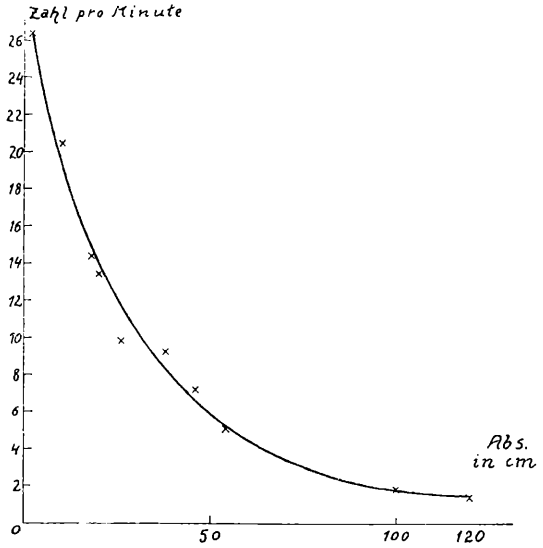

Fig. 3.

§ 6. Retrograde Methode. Schlußfolgerungen.

Die Beobachtung unter einem Winkel von mehr als 150° zur Primärstrahlenrichtung, die »retrograde« Beobachtung, wurde zuerst von H. Pettersson[2] verwendet. Die Adoption dieser Methode hat bloß den Nachteil einer kleineren Ausbeute, der aber durch die Anwendung eines starken Po-Präparats ausgeglichen werden konnte.

Das in der Folge verwendete Präparat war ein Ring von 14 *mm* innerem und 21 *mm* äußerem Durchmesser, der mit Po von 2000 e. st. E. aktiviert war. Die Anordnung wird durch Fig. 4 und 5 dargestellt. In einem Messingring, der etwas breiter als der Präparatring war, bis zur aktivierten Oberfläche versenkt, wurde das Ringpräparat (*P*) 1 bis 2 *mm* von der Kammer (*K*) entfernt und koaxial mit dieser befestigt, und zwar so, daß die aktivierte Seite der Kammervorderwand abgewandt war. Dicht an der Kammervorder-

---

1 A. Schmutzer, Ph. Z., *28*, 245. 1927.

H. Pettersson und G. Kirsch, Atomzertrümmernng, p. 95.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

wand, also zwischen dieser und dem Ring, liefen die Absorptionsfolien (*F*) vorbei, die an den 5 *mm* weiten Kreisbohrungen einer

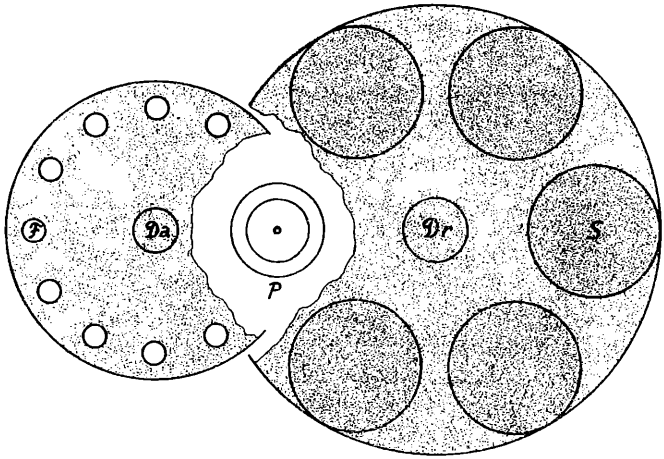

Fig. 4.

Messingscheibe festgeklebt waren. Diese Absorptionsscheibe hatte einen Durchmesser von 66 *mm* und war durch einen Drehknopf (*Da*) so drehbar, daß 12 Anschläge die 12 Kreisbohrungen in konzentrischer Stellung zur Kammeröffnung fixierten. Die zu bombardierenden Substanzen (*S*), die »Reflektoren«, waren in analoger Weise auf einer Messingscheibe, der Reflektorscheibe angebracht.

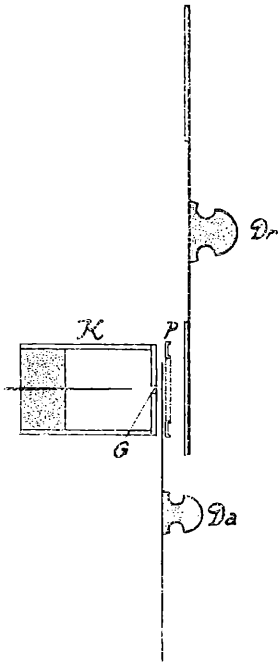

Fig.

Die Substanzen hatten sämtlich die Form von Scheiben von 30 *mm* Durchmesser. Ihre Oberfläche lag in einer Ebene. Der Durchmesser der Reflektorscheibe war 100 *mm*, ihr Abstand von der Zählkammer 5 *mm* und sie wurde an dem Drehknopf (*Dr*) gedreht. Die 6 Substanzen wurden analog wie die Absorptionsfolien durch 6 Anschläge zentriert. Die Zählkammer war eine geschlossene Kammer mit einer Öffnung von 1·5 *mm* Durchmesser, die mit einem Glimmerblättchen von etwas über 1 *cm* L. Ä. bedeckt wurde. Die Gesamtabsorption auf der Strecke Reflektor-Nadel war also gegen 2 *cm* L. Ä. Mit der beschriebenen Anordnung wurden mit den Elementen C, als Graphit und als Diamant, Al, Ag und Bi als Reflektoren Absorptionskurven unter

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

sorgfältig gleichgehaltenen Bedingungen aufgenommen. An Stelle einer sechsten Substanz war an der entsprechenden Stelle der Reflektorscheibe eine kreisförmige Bohrung von gleicher Form und Größe wie die übrigen reflektierenden Substanzen angebracht. Hiedurch konnte ein gewisser Nulleffekt, d. h., die Stoßzahl

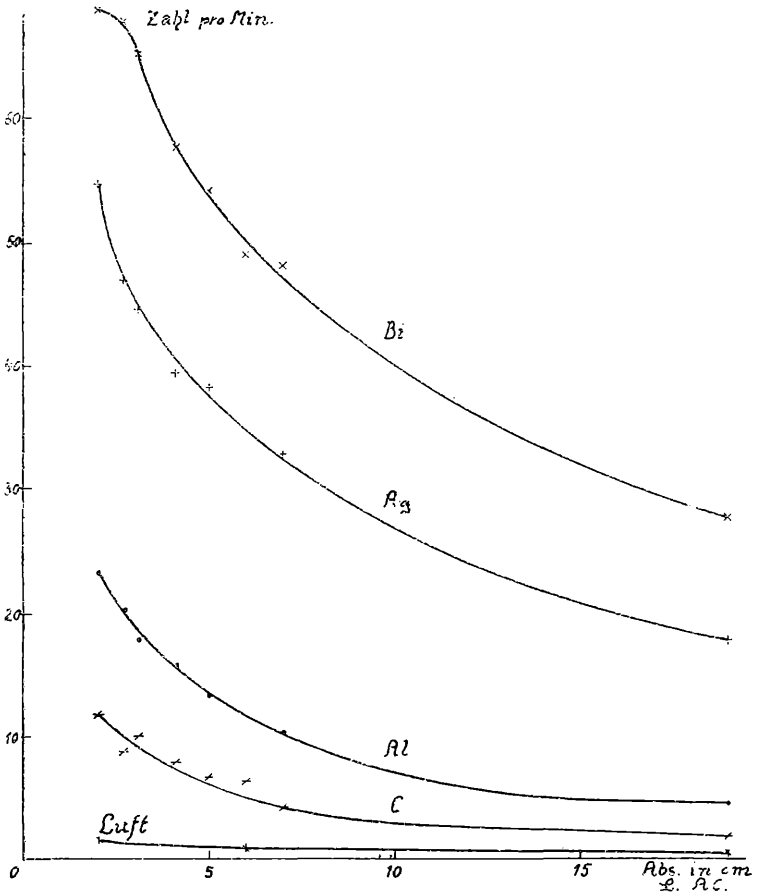

Fig. 6.

bei Abwesenheit jeglichen Reflektors mit Ausnahme von Luft gemessen werden. Dieser Nulleffekt wurde besonders genau beobachtet und hiedurch ein Urteil über die störende Wirkung von natürlichen Stößen, radioaktiver Verseuchung (insbesondere des Messingträgers, in dem der Ring lag), durchdringender Strahlung und Sekundärstrahlen aus der Luft gewonnen. Der Nulleffekt war schon bei der Minimalabsorption nur ein Zehntel des Effekts mit *C*, der von den übrigen Substanzen den kleinsten Effekt hat.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Bei höheren Absorptionen war er nur mehr zirka 0·5 Stöße pro Minute und von der Absorption recht unabhängig, also wohl nur mehr durch die natürlichen Stöße hervorgerufen. Diese Versuche erwiesen mit Sichertheit, daß die Strahlungsquelle an der beobachteten Sekundärstrahlung keinen direkten Anteil, d. h. keinen Anteil durch primäre Einwirkung auf die Zählkammer hat. Die direkte Störung durch die Primärstrahlung war eliminiert. Die in der folgenden Tabelle unter »Luft« angeführten Werte haben dementsprechend keine absolute Bedeutung, sondern geben nur ein Maß für den maximalen Fehler bei den übrigen Zahlen an. Das Resultat der Tab. 3 wird durch die Kurvenschar Fig. 6 dargestellt.

Tabelle 3.

Substanz	Absorption in Zentimeter Luftäquivalent								
		2·7	3·1	4·1		6	7	19	36
Luft	1·5	—	—	—	—	0·9	—	0·4	0·6
C	11·8	8·8	9·9		6·7	6·2	5·2	1·9	—
Al..	.23·1	20·2	17·6	15·7	13·3	—	10·4	4·6	—
Ag	..54·5	46·8	44·5	39·4	38·1	—	32·6	17·6	4·4
Bi.	.68·6	67·8	65·2	57·8	54·1	49·0	48·0	27·5	6·4

Diese Kurven zeigen, und zwar nicht nur in ihrem Anfangsteile, wo für Elemente höherer Ordnungszahl ja reflektierte Alphapartikel zu erwarten waren, sondern in ihrem ganzen Verlaufe einen regelmäßigen Gang mit der Ordnungszahl. Zahl und Reichweite der beobachteten Stöße stiegen also im Gegensatz zu allen Erfahrungen mit der Ordnungszahl.

Außerdem schien auch hier die allerdings nur schwer verläßlich abschätzbare H-Strahlenausbeute zu hoch. Die (infolge des Einflusses reflektierter Alpha- und der wahren H-Strahlung scheinbaren Absorptionskoeffizienten stellt Tab. 4 dar.

Tabelle 4.

Absorptionskoeffizienten in Glimmer.

Kohlenstoff.	..300 cm^{-1}
Aluminium	....275 cm^{-1}
Silber	..150 cm^{-1}
Wismut	..130 cm^{-1}

Die Strahlung war also nur als Gamma- oder Betastrahlung aufzufassen, wobei eine Entscheidung durch magnetische Ablenkung aus Ausbeutegründen nicht möglich war.

Die mit dem geschilderten Präparat unternommenen Versuche waren im Sommer 1926 unterbrochen worden, so daß für einen Reproduktionsversuch im Jänner 1927 in Folge der Abklingung dieses Präparates mit einem anderen Präparate von zirka 2000 e. st. E.,

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

einer aktivierten Ni-Scheibe von 3 *mm* Durchmesser, gearbeitet werden mußte. Bei diesem Reproduktionsversuche zeigte sich bei einer Ausbeute gleicher Dimension wieder der Gang mit der Ordnungszahl, dagegen war die Strahlung (scheinbar) viel weicher (Tab. 5).

Tabelle 5.

Absorption in *cm* L. Ä.[1]		0	0·5	1·0
Zahl der Sekundärstöße aus Wismut	Ring März 1926. . . .	.68	67	65
	Ni-Scheibe Jänner 1927	.64	15	1·2

[1] Hiezu die Minimalabsorption von 2 *cm* L. Ä.)

Dies sprach nun wohl zweifellos für eine von der Alphaaktivität des Poloniums unbeeinflußte Sekundärerscheinung, jedenfalls aus der Beta-Aktivität von RaE stammend. Dies zeigt, daß auch bei retrograder Beobachtungsweise, wo infolge der notwendigen hohen Präparatstärke auch bei sorgfältiger Präparatdarstellung ein völliger Ausschluß von RaD schwer möglich ist, durch die Empfindlichkeit der Spitzenzählermethode ein störungsfreies Arbeiten kaum zu erreichen ist. Der Ausschluß ja sogar nur die Kontrolle der Beta- und Gamma-Sekundäreffekte ist bei Atomzertrümmerungsversuchen nich leicht möglich. Es verdient hier Erwähnung, daß in der zitierten Arbeit von Schmutzer wohl die primäre Wirkung der Betastrahlung durch das Magnetfeld, das bei seinen Versuchen zwischen Al als bombardierter Substanz und Zählkammer angelegt war, eliminiert wurde, nicht aber die sekundäre, da die Beta- und Gammastrahlen ungehindert auf Al auffallen und sekundäre Beta- und Gammastrahlen auslösen konnten. Zur Entscheidung, ob eine solche Störung bei seinen Versuchen stattfand, wäre wohl eine Untersuchung mit mehreren Elementen notwendig.

Der Weg für weitere Untersuchungen scheint mir indes wohl eher unter Verzicht auf die Spitzenwirkung auf die Verwendung der von Greinacher (l. c.) neuerdings mit hohem Verstärkungsaggregat verwendeten Zählkammer ohne Spitze bei normalen Drucken festgelegt,[1] die unter diesen Bedingungen die Primärionisation ohne Verzerrung zu verstärken erlaubt und wie Ortner und Stetter (l. c.) seither zeigen konnten, Alphastrahlen im allgemeinen viermal so stark als H-Teilchen, Beta- und Gammastrahlen dagegen als direkte Stöße überhaupt nicht registriert.

Zusammenfassung.

Gegenstand der vorliegenden Untersuchung war, die wichtigsten Eigenschaften des Geigerschen Spitzenzählers unter besonderer Be-

[1] Nach Abschluß dieser Arbeit wurden indes H-Strahlenmessungen mit dem Spitzenzähler, allerdings nur mit einem schwachen Präparat besonderer Reinheit und nur nach der vorwärtigen Methode publiziert, und zwar von W Bothe und H. Fränz (Naturw., *15*, 445, 1927; Zeitschr. f. Phys., 43, 456, 1927).

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

rücksichtigung der Frage seiner Anwendbarkeit zum Nachweise der Atomzertrümmerung zu untersuchen und Versuche mit Sekundärstrahlen aus mit Alphastrahlen bombardierten Substanzen anzustellen, Nach Greinacher wurden die Effekte des Zählers durch Verstärkung mit einer Elektronenröhre hörbar gemacht und durchwegs eine entsprechende Versuchsanordnung angewandt. Das Resultat der methodischen Untersuchung zeigte die Unmöglichkeit einer Erhöhung der Ausbeute durch Vergrößerung der Kammeröffnung und durch Anwendung einer schneidenförmigen Elektrode, erwies aber eine sehr gute Unterscheidbarkeit zwischen Alpha- und Betateilchen bei vollster Ausnutzung der Verzerrung ihrer Wirkung durch die Röhrenverstärkung. Dagegen wurde eine gewisse Stetigkeit im Übergang von Beta- zu Alphastößen, die durch die nicht der Anfangsionisation proportionale Wirkung bedingt ist, aufgedeckt und mußte vor allem gegenüber einer Unterscheidung von mehr als zwei Strahlenarten ein skeptischer Standpunkt eingenommen werden. Trotzdem wurden mit Rücksicht auf die Verwendungsmöglichkeit des reinen Alphastrahlers Polonium Zertrümmerungsversuche angestellt, die zu hohe Ausbeuten ergaben, welche als Einfluß von aus RaE stammender Strahlung gedeutet werden konnten. Langwierige Unterscheidungsversuche zwecks Analyse dieser Sekundärstrahlung blieben erfolglos. Um der Störungsstrahlung aus der Quelle zu entgehen, wurde zu retrograder Beobachtungsweise übergegangen und mit 5 Elementen wurden Zertrümmerungsversuche angestellt. Die erhaltene Strahlung zeigte weder Intensität noch Absorptionscharakter der H-Strahlung, dafür aber einen regulären Gang mit der Ordnungszahl der bombardierten Substanz. Die anfängliche Annahme, daß es sich um eine Wirkung der Alphastrahlung im Sinne einer Auslösung durchdringender Strahlung handelte, wurde durch die Beobachtung mit einem anderen Poloniumpräparat gleicher Stärke widerlegt, das eine qualitativ verschiedene Wirkung zeigte, so daß die Ursache wohl in der Sekundärwirkung schwervermeidlicher Verunreinigungen von RaD und RaE lag. Da diese Störungen bei der Ionisationskammer ohne Spitze, die Gamma- und Betastrahlen überhaupt nicht registriert, wegfallen, scheint der Weg für weitere Untersuchungen eindeutig zu dieser zu führen, besonders seit sie nach Greinacher mit hohen Verstärkungsaggregaten bei Normaldrucken verwendet werden kann. In diesem Zusammenhang wird besonders auf die diesbezüglichen Arbeiten von Ortner und Stetter hingewiesen.

ZOBODAT - 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): Kreidl Norbert

Artikel/Article: Mitteilungen des Institutes für Radiumforschung Nr. 210. Zur Verwendbarkeit des Geiger'schen Spitzenzählers für Versuche über Atomzertrümmerung. 589-602