

Mitteilungen des Institutes für Radiumforschung

Nr. 213

Die Zertrümmerung des Kohlenstoffs III

Von

Hans Pettersson

(Mit 1 Textfigur)

(Vorgelegt in der Sitzung am 12. Jänner 1928)

Die in einer früheren Mitteilung beschriebenen Versuche über die Zertrümmerung von Kohlenstoff mit α -Teilchen aus Polonium¹ wurden unterbrochen wegen Mangel an Strahlungsquellen von genügender Stärke. In letzterer Zeit ist es E. Rona und E. A. W. Schmidt hier in diesem Institut gelungen, eine Methode zur Herstellung von hochkonzentrierten Poloniumpräparaten durch Destillation in Quarzrohr auf metallische Vorlagen zu entwickeln. Außerdem sind nunmehr relativ große Poloniummengen in diesem Institut vorhanden, welche aus einem älteren Radiumpräparat extrahiert und gereinigt worden sind, so daß Strahlungsquellen von einem Stromäquivalent bis zu 10 000 statischen Einheiten und mehr verfügbar sind. Mit einer derartigen Strahlungsquelle, deren α -Aktivität etwa 7 mg Ra äquivalent ist, auf einem Palladiumscheibchen von 3 5 mm Durchmesser konzentriert, wurden die im folgenden zu erwähnenden Versuche ausgeführt. Zweck dieser Versuche war, festzustellen, ob eine deutliche Abnahme an Zahl der »rückwärts« emittierten H-Teilchen kurzer Reichweite aus α -bestrahltem Kohlenstoff festgestellt werden könnte, wenn man die Reichweite der auf eine Graphitscheibe einfallenden α -Teilchen aus dem Poloniumpräparat durch vorgeschaltete Glimmerabsorption vermindert.

Kohlenstoff gehört zu den Elementen, welche überwiegend sehr kurzreichende Atomtrümmer liefern, auch wenn die zertrümmernden α -Teilchen selbst eine recht große Reichweite besitzen. Unter Voraussetzung, daß die von Rutherford und Chadwick² bei Aluminium und Stickstoff gefundene Abhängigkeit der Reichweite der Atomtrümmer von den die Zertrümmerung bewirkenden α -Teilchen auch bei Kohlenstoff vorkommt, wofür auch die früher gefundenen Ergebnisse mit diesem Element sprechen, müßte man erwarten, daß besonders bei diesem Element eine untere Grenze an Reichweite der noch zertrümmerungsfähigen α -Teilchen relativ leicht festzustellen wäre. Bekanntlich hat E. A. W. Schmidt³ vergebens nach einer derartigen Grenze bei Aluminium gesucht. Er konnte nur feststellen, daß noch mit α -Teilchen von etwa 1·3 cm

¹ H. Pettersson, Mitt. d. Ra-Inst. Nr. 200; Wiener Ber., II a, 136, 225 (1927).

² E. Rutherford und J. Chadwick, Phil. Mag., 42, 809 (1921).

³ E. A. W. Schmidt, Mitt. d. Ra-Inst. Nr. 178; Wiener Ber., II a, 134, 384 (1925).

Restreichweite beim Einfallen auf eine Aluminiumoberfläche eine beträchtliche Zahl von schwachen Szintillationen, die er Atomtrümmern von meistens sehr kleiner Reichweite aus gesprengten Aluminiumatomen zuschrieb, wahrgenommen werden konnte.

Wegen Schwierigkeiten technischer Art war es nicht möglich, eine geschwindigkeitshomogene und dabei genügend intensive α -Strahlung, wie man sie mittels magnetischer Ablenkung erhalten könnte, für diese Versuche zu verwenden. Die anstatt dessen benutzte Abbremsung der α -Strahlen mit vor der Strahlungsquelle angebrachten Glimmerabsorptionen, ebenso wie der als Verseuchungsschutz unmittelbar über dem Poloniumpräparat angebrachte Glimmerdeckel, bewirken wegen schiefer Durchsetzung des Glimmers von einem größeren Teil der α -Teilchen eine recht beträchtliche Heterogenität ihrer Geschwindigkeit beim Auftreffen auf die Substanzoberfläche. Außerdem zeigte es sich bei diesen Versuchen, daß die an den Beobachtungen teilnehmenden Zähler wegen chronischer Ermüdung recht schwankende Zahlen an beobachteten Szintillationen unter sonst identischen Beobachtungsbedingungen gaben. Wegen dieser beiden Umstände müssen die quantitativen Resultate der Untersuchung nur als von vorläufigem Charakter angesehen werden.

Die Versuchsanordnung bestand aus dem früher mehrmals beschriebenen, von E. A. W. Schmidt vervollkommenen Apparat für ringförmige Strahlungsquellen.¹ Im vorliegenden Falle wurde allerdings das Poloniumpräparat asymmetrisch, der Mittelpunkt des Scheibchens mit dem Mittelpunkt eines Ringsegmentes zusammenfallend, angebracht. Um jegliche Verseuchung im Apparatinneren zu vermeiden, war die Strahlungsquelle nach einem von G. Kirsch ersonnenen Verfahren in einem kleinen flachen Behälter aus Messing angebracht, oben mit einem doppelten Glimmerschutz luftdicht verschlossen. Durch eine schmale Kapillare konnte die Luft aus dieser Präparatenkapsel gleichzeitig, aber ohne gegenseitige Mischung mit der umgebenden Luft, im Apparatinneren ausgepumpt werden. Diese Anordnung hat sich sehr gut bewährt, so daß die mit zugedeckter Strahlungsquelle beobachtete Zahl von Szintillationen auf ein für diese Untersuchung belangloses Mindestmaß herabgesetzt wurde.

Unter Berücksichtigung der schrägen Durchsetzung des Schutzglimmers war die Restreichweite der auf die Substanzoberfläche einfallenden α -Teilchen im Mittel etwa 3 cm Luft ohne extra Primärabsorption und mit Vakuum im Apparat. Der Winkel zwischen der Richtung der einfallenden α -Strahlen und der zur Beobachtung gelangenden Teilchen betrug im Mittel rund 150° (Minimum 135° Maximum 170°).

Die auf dem mit Zinksulfid von De Haen belegten Szintillationsschirm erscheinenden Szintillationen wurden mit dem früher beschriebenen² Mikroskop »Watson II« (Objektiv: Holoscopic $f = 12 \text{ mm}$,

1. c., p. 390. Vgl. Atomzertrümmerung, p. 109. Akad. Verlagsges., Leipzig.
L. R. Hasche, Mitt. d. Ra-Inst. Nr. 191, Wiener Ber., II a, 135, 601 (1926).

n. a. = 0·70; Okular: Holo 5^x, Gesichtsfeld 10 mm², Vergrößerung etwa 50fach) beobachtet.

Um die erwähnten, auf Ermüdung der Zähler beruhenden Schwankungen in den Beobachtungen einigermaßen zu eliminieren, wurden ihre Augen öfters während der Zählungen »geeicht« durch Zählungen jener Szintillationen, welche eine im Apparat eingebaute Quelle von »natürlichen« H-Strahlen aus α -bestrahltem Paraffin ergab, wenn dieselbe vor dem Szintillationsschirm eingeführt wurde. Die mit guten Beobachtern zu erwartende Zahl von Szintillationen aus diesem »H-Standard« war bekannt, und unter Berücksichtigung

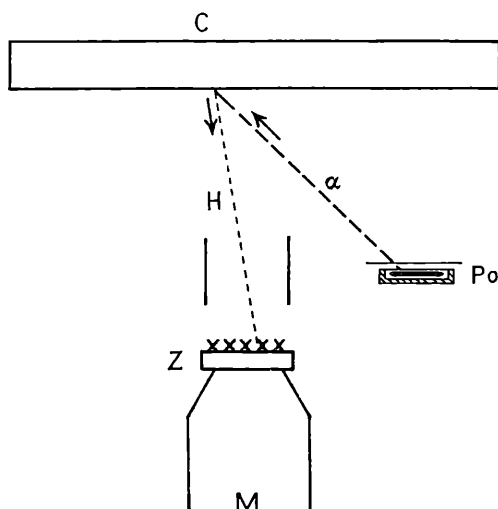


Fig. 1.

des jeweiligen Resultates der Eichung konnten somit die gezählten Werte der Szintillationen aus Kohlenstoff auf einen für normale Sichtbarkeitsverhältnisse gültigen Wert umgerechnet werden. Als Beispiel für eine derartige Umrechnung seien hier einige Resultate wiedergegeben, welche mit einer dünnen Sekundärabsorption von 0·2 cm Luftäquivalent (Aluminiumschaum) unmittelbar vor dem Szintillationsschirm (als Schutz gegen Lumineszenzlicht aus der α -bestrahlten Substanz) in dem Weg der Atomtrümmer erhalten wurden. Die in Tab. 1, zweite Kolumne, wiedergegebenen Zahlen zeigen die Mittelwerte der aus dem H-Standard von zwei Zählern, als *K* und *B* bezeichnet, beobachteten Szintillationen, Kolumne 3 gibt die von diesen Zählern beobachteten Zahlen mit Graphit als bestrahlte Substanz ohne extra Primärabsorption (Restreichweite der α -Teilchen = 3 cm) und mit der Minimalabsorption 0·2 cm Aluminiumschaum in dem Wege der Sekundärstrahlung. Die letzte Kolumne gibt die auf einen Normalwert von 90 gezählten Szintillationen in der Minute aus dem H-Standard umgerechneten Zahlen

der Szintillationen aus Kohlenstoff, woraus sich ein Generalmittel von rund 50 beobachteten Atomtrümmern pro Minute berechnen läßt.

Tabelle 1.

Beobachter	H-Standard	Kohlenstoff	Umgerechnet H = 90 pro Min.
<i>B</i>	74	51	61
<i>B</i>	78	38	45
<i>K</i>	87	39	40
<i>K</i>	87	55	57
			Mittel = 51

Mit unveränderter Sekundärabsorption wurden die Zählungen wiederholt, nachdem vor der Strahlungsquelle ein Absorptionsglimmer von 0.9 *cm* Luftäquivalent bei senkrechter Durchsetzung, effektive Restreichweite der auf die Graphitoberfläche auftreffenden α -Teilchen im Mittel somit auf etwa 2 *cm* herabgesetzt, angebracht worden war. Die Zahl der dabei beobachteten Szintillationen war im Mittel nur etwa ein Zehntel von der ohne Primärabsorption gefundenen und überstieg kaum die Zahl der »natürlichen«, ohne Strahlungsquelle vorhandenen Szintillationen.

Weitere Versuche wurden ohne Aluminiumschaum vor dem Szintillationsschirm ausgeführt, also mit einer Minimalabsorption = 0 in dem Weg der Sekundärstrahlen. Die Zahl der Szintillationen aus dem H-Standard zeigte dementsprechend eine kleine Vermehrung, von 90 auf etwa 110 pro Minute. Die auf diesen neuen Normalwert umgerechneten Zahlen von beobachteten Szintillationen aus Kohlenstoff, Mittelwerte aus den Beobachtungen von beiden Zählern, sind in der dritten Kolumne der Tabelle 2 enthalten, deren erste

Tabelle 2.

Primärabsorption	Restreichweite	Teilchen aus Kohlenstoff umgerechnet auf H = 110 pro Min.
0	3.0	80
0.34	2.6	34
0.53	2.4	29
0.87	2.0	5

Kolumne die vor der Strahlungsquelle angebrachten Glimmerabsorptionen, senkrecht durchsetzt, wiedergeben, während die zweite Kolumne die ihrer schiefen Durchsetzung entsprechende Restreichweite der auf der Graphitoberfläche einfallenden α -Teilchen im Mittel enthalten. Die bei kleinster Reichweite (größte Primärabsorption) gefundene Zahl von Szintillationen unterscheidet sich nicht merkbar von der ohne Strahlungsquelle beobachteten und kann somit nicht auf Atomtrümmer aus Kohlenstoffatomen zurückgeführt werden.

Während also noch mit α -Teilchen von etwa 2.4 *cm* Restreichweite eine deutlich wahrnehmbare Zahl von Atomtrümmern beobachtet wurde, so scheinen sie zu fehlen mit um kaum einen halben Zentimeter weiter herabgesetzter Reichweite der Primär-

strahlen. Es wäre aber kaum berechtigt, daraus auf eine untere Grenze der Zertrümmerungsfähigkeit von α -Teilchen gegenüber Kohlenstoffatomen zwischen 2.0 und 2.4 *cm* zu schließen. Erstens müssen die α -Teilchen, um eine wahrnehmbare Zahl von Atomtrümmern zu erregen, wenigstens einige Millimeter der Substanzschichte durchsetzt haben, ehe sie ihre Zertrümmerungsfähigkeit vollkommen verlieren. Zweitens werden unzweifelhaft die Szintillationen von H-Teilchen mit mehreren Millimetern Restreichweite größtenteils übersehen. Versuche von E. Kara-Michailova,¹ Szintillationen von geschwindigkeitshomogenen H-Teilchen in einem magnetischen Spektrum zu zählen, beweisen, daß schon bei einer mittleren Reichweite von 0.7 *cm* Luft etwa zwei Drittel der vorhandenen Szintillationen auch unter guten Sichtbarkeitsbedingungen übersehen werden. Die Tatsache, daß bei den hier beschriebenen Versuchen keine zählbaren Szintillationen aus mit α -Teilchen von weniger als 2.4 *cm* Reichweite bestrahltem Graphit gefunden wurden, beweist also keinesfalls, daß eine beträchtliche Zahl von H-Teilchen mit 0.5 *cm* Reichweite oder weniger nicht dabei vorhanden sein konnten.

Daß eine untere Grenze der Reichweite für α -Teilchen, welche aus Kohlenstoff Atomtrümmer in größeren Zahlen erregen können, tatsächlich bestehen muß, erscheint nichtsdestoweniger, auf Grund der hier mitgeteilten Beobachtungen, als sehr wahrscheinlich. Eine genauere Feststellung dieses Grenzwertes muß künftigen Untersuchungen überlassen werden. Entsprechend der Abnahme an Zahl von beobachteten Atomtrümmern mit verminderter Reichweite der α -Teilchen kann man zurzeit nur sagen, daß diese Grenze um etwa 2 *cm* liegen dürfte, also jedenfalls wesentlich höher als bei Aluminium nach den Beobachtungen von E. A. W. Schmidt.

Es wurde bisher stillschweigend angenommen, daß die zahlreichen lichtschwachen Szintillationen, welche aus α -bestrahltem Kohlenstoff nach der retrograden Methode wahrgenommen werden, von Atomtrümmern, und zwar von H-Teilchen verursacht werden. Nachdem das Vorhandensein von echten H-Teilchen in der Sekundärstrahlung aus α -bestrahltem Graphit im Massenspektroskop von G. Stetter² einwandfrei nachgewiesen wurde, erscheint diese Deutung als die allerwahrscheinlichste. Gestützt wird sie außerdem durch die Feststellung von H-ähnlichen Szintillationen,³ Nebelbahns Spuren⁴ und Punktreihen⁵ in der photographischen Platte außerhalb der Reichweite von reflektierten α -Teilchen mit demselben Element. Daß von den Teilchen mit ganz kurzen Reichweiten, weniger als 1 *cm*, ein Teil aus Partikeln anderer Art als H-Teilchen bestehen

¹ Kara-Michailova, Mitt. d. Ra-Inst. Nr. 204, Wiener Ber., II a, 136, 357 (1927).

² G. Stetter, Mitt. d. Ra-Inst. Nr. 201, Wiener Ber., II a, 136, 307 (1927).
H. Pettersson, l. c.

³ R. Holoubek, Mitt. d. Ra-Inst. Nr. 202, Wiener Ber., II a, 136, 321 (1927).
M. Blau, Mitt. d. Ra-Inst. Nr. 208, Wiener Ber., II a, 136, 469 (1927).

kann, muß allerdings berücksichtigt werden. Insofern diese als echte Atomtrümmer aufzufassen sind, könnten diese wohl nur aus dem Kohlenstoffkern losgerissene Teilchen von der Masse 4 (wenn nicht 3 oder 2), also eine Art sekundärer α -Teilchen sein, deren Vorhandensein unter den H-Teilchen immerhin als möglich angesehen werden muß.

Innerhalb der Reichweite der von Kohlenstoffkernen elastisch reflektierten α -Teilchen, in diesem Falle etwa 0.4 cm , können wohl auch einige von den beobachteten Teilchen der letzteren Art sein. Nach der Streuungstheorie von Rutherford-Darwin wäre deren Zahl allerdings sehr gering, nur einige Prozente der Zahl der tatsächlich beobachteten Teilchen, und diese Zahl müßte außerdem eher zu als abnehmen mit abnehmender Reichweite der einfallenden α -Teilchen. Besonders in der hier gefundenen sehr rapiden Abnahme an Zahl der Teilchen kurzer Reichweite aus Kohlenstoff mit Abnahme an Reichweite der einfallenden α -Teilchen unter 3 cm liegt der beste Beweis, daß diese Teilchen wirkliche Atomtrümmer sind, zu deren Erzeugung eine gewisse Minimalenergie der α -Teilchen erforderlich ist.

Zusammenfassung.

Es werden Versuche zur Kenntnis der Zertrümmerbarkeit von Kohlenstoff mit α -Teilchen aus Polonium von künstlich herabgesetzter Reichweite beschrieben. Die Zahl der nach der retrograden Methode beobachteten Szintillationen aus α -bestrahltem Graphit zeigte eine sehr deutliche Abnahme, wenn die Reichweite der einfallenden α -Teilchen von im Mittel 3 cm auf 2.4 cm herabgesetzt wurde. Bei einer Reichweite der α -Teilchen von 2 cm wurde die Zahl der beobachteten Atomtrümmer von derselben Größe wie die Zahl der Szintillationen ohne Strahlungsquelle. Aus diesem Versuchsergebnisse scheint hervorzugehen, daß α -Teilchen aufhören H-Teilchen von beobachtbarer Reichweite aus Kohlenstoff auszulösen bei einer Restreichweite, welche um 2 cm Luft liegt. Nach diesen Ergebnissen wäre eine wesentlich höhere Minimalenergie des α -Teilchens erforderlich für die Zertrümmerung des Kohlenstoffkerns als für die des Aluminiumkerns.

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: 1928

Band/Volume: [137_2a](#)

Autor(en)/Author(s): Pettersson Hans

Artikel/Article: [Mitteilungen des Institutes für Radiumforschung Nr. 213. Die Zertrümmerung des Kohlenstoffs III. 1-6](#)