Gedruckt mit Unterstützung aus dem Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Mitteilungen des Institutes für Radiumforschung
Nr. 218

Über die Zerfallskonstante des Actiniums

Von

Stefan Meyer

Korr. Mitgl. d. Akad. d. Wiss.

(Mit 3 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 15. März 1928)

Daß Actinium kein sehr langlebiges Produkt ist, hat zuerst M. Curie[1] (1911) mitgeteilt. Sie fand aus Beobachtungen der zeitlichen Veränderung der β-Strahlung ihrer Präparate eine Halbierungszeit T von der Größenordnung 30 Jahre. Dann haben (1918/1919) O. Hahn und L. Meitner[2] $T = 20$ Jahre angegeben, eine Zahl, die sie aus der Entwicklung von Actinium aus Protactinium gewannen, und im Jahre 1920 habe ich mitgeteilt, daß ich aus Abfallsbeobachtungen an Actiniumpräparaten $T = 14$ bis $16 \cdot 5$ Jahre, aus Anstiegsbeobachtungen des allmählichen Entstehens von Ac aus Pa noch geringere Werte erhielt, und dabei die Unsicherheit der Ergebnisse begründet.

Meine Versuchsreihen erstrecken sich nunmehr teilweise auf mehr als 14 Jahre, und ich möchte ihre Resultate mitteilen, trotzdem die erhaltenen Werte auch zur Zeit noch nur als angenähert gelten können. Die Daten für die Zerfallswahrscheinlichkeiten der Radioelemente werden ja immer wieder verschiedenen theoretischen Überlegungen zugrunde gelegt, und die Kenntnis jeder Veränderung in diesen Zahlen erscheint deshalb erwünscht.

Die Beobachtungen der Aktivitätsabnahme mit der Zeit bezieht sich auf die zwei bereits l. c.[3] erwähnten Präparate von C. Auer-Welsbach (A), ein $[La(Ac_2)(SiF_6)]_3$ und ein Samarium-Actiniumoxyd von C. Ulrich (U). Sie befanden sich in kleinen Näpfen, die mit Glimmerblättchen dicht abgedeckt waren, die strahlende Oberfläche war nur von der Größenordnung 1 mm^2 Von letzterem Präparat (U) konnte seither nachgewiesen werden, daß es noch Spuren von Ionium enthält, was sich beim Studium gleichartigen Materials herausstellte; dies bewirkt, daß die Zerfallskurve allmählich flacher werden muß.

Tatsächlich änderte sich das Verhältnis der Strahlungen von $U : A$ in diesem Sinne innerhalb 14 Jahren rund von $0 \cdot 51$ bis $0 \cdot 56$.

Es liegt in der Natur von durch viele Jahre fortgeführten Untersuchungen vorliegender Art, daß Abänderungen der einmal gewählten

---

M. Curie, Le Rad., *8*, 353, 1911.
O. Hahn und L. Meitner, Phys. Zeitschr., *19*, 208, 1918; *20*, 127, 1919.
St. Meyer, Mitt. Ra.-Inst., 130, diese Sitzungsber., *129*, 483, 1920.

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

Form der Präparate und der Apparatur tunlichst vermieden werden, um die Kontinuität nicht zu stören, selbst wenn mittlerweile erkannt wurde, daß man geeignetere Wahlen hätte treffen können. Daher wurden die l. c. beschriebenen Störungen, die vornehmlich durch von Temperatur und Druck abhängige örtliche Verlagerungen von AcEm—AcC in den kleinen Näpfchen, die als Behälter dienten, herrühren, nicht durch Änderung der Präparatform zu beheben versucht, in der Hoffnung, daß bei sehr langer Beobachtungszeit herausfallende Werte die Erkenntnis des Gesamtablaufes der Erscheinungen nicht maßgebend beeinflussen werden. Da das verwendete Elektroskop einmal gewechselt werden mußte, sind alle Angaben auf ein U_3O_8-Standardpräparat bezogen worden.

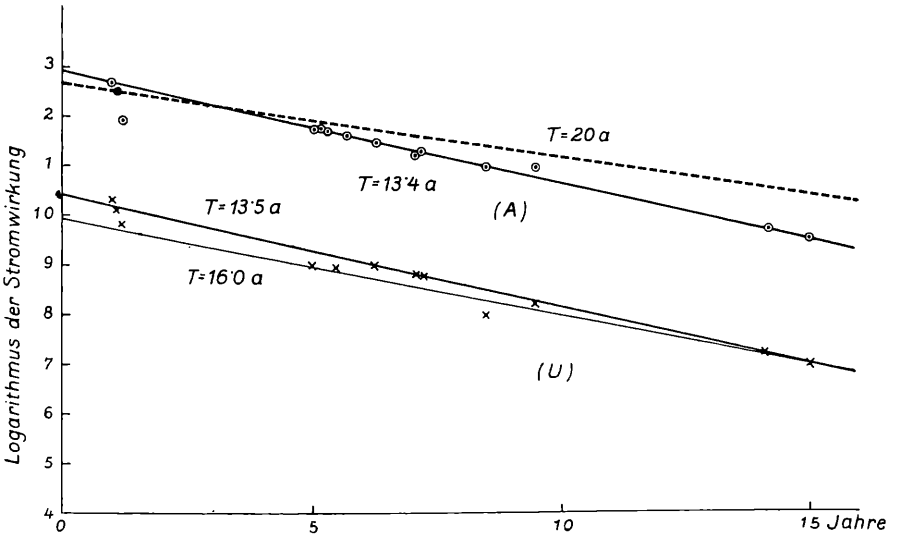

Fig. 1.

In Fig. 1 ist als Abszisse die Zeit in Jahren, als Ordinate der Logarithmus des gemessenen Ionisationsstromes eingetragen. Die eingezeichneten Punkte sind Mittelwerte von Messungsreihen. Für das offenbar sehr reine Präparat Auer-Welsbach's (*A*) bestimmt man daraus

$$T = 13{\cdot}4 \text{ Jahre}; \quad \tau = 19{\cdot}4 \text{ Jahre}; \quad \lambda = 0{\cdot}0515\, a^{-1};$$

für die Halbierungszeit T, die mittlere Lebensdauer τ und die Zerfallskonstante λ.

Für das Ulrich'sche Oxyd (*U*) könnte man T zwischen 13·5 und 16 Jahren einschätzen. Wie bereits erwähnt, ist für dieses Präparat der Gehalt von Spuren von Ionium sichergestellt und daher eine allmähliche Verflachung des Kurvenverlaufes zu erwarten.

$$T = 13{\cdot}5\, a; \quad \tau = 19{\cdot}5\, a; \quad \lambda = 0{\cdot}0513\, a^{-1};$$
$$T = 16{\cdot}5\, a; \quad \tau = 23{\cdot}8\, a; \quad \lambda = 0{\cdot}042\, a^{-1}.$$

Die gestrichelte Gerade entspräche einem Zerfall mit den Konstanten

$$T = 20\,a;\ \tau = 29\,a;\ \lambda = 0{\cdot}034\,a^{-1};$$

aus ihrer Neigung ist wohl eindeutig zu ersehen, daß sie gegenüber dem tatsächlichen Verlauf als zu flach gezeichnet erscheint.

Zu Anstiegsbeobachtungen wurde Material aus St. Joachimsthaler Pechblende, Uranerz aus Morogoro (Ostafrika) und Bröggerit von Moos in Norwegen verwendet,[1] und zwar deren Rückrückstände nach tunlichster Extraktion der übrigen Radioelemente außer Protactinium. Daß das sich mit der Zeit entwickelnde Produkt tatsächlich

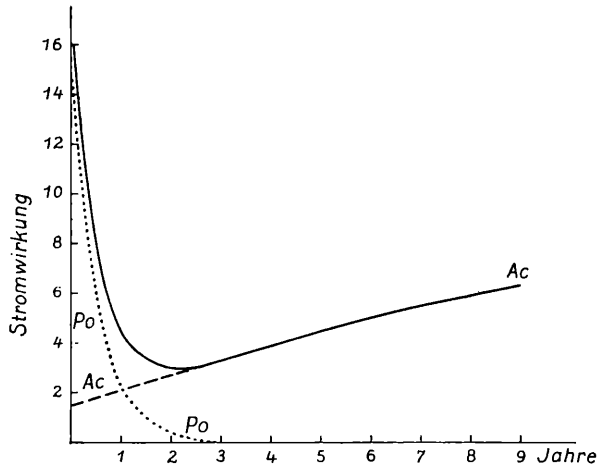

Fig. 2.

Actinium ist, wurde durch Spezialversuche an der auftretenden Emanation und dem daraus entstehenden aktiven Niederschlag nachgewiesen.

Sämtliche Präparate enthielten jedoch nach der Darstellung noch kleine Mengen anderer aktiver Stoffe neben Pa, so daß der Ausgangspunkt der Anstiegskurven (vgl. Fig. 3) nicht beim Nullwert anzusetzen ist. Es ist bekannt, daß insbesondere Polonium teilweise beim schwerstlöslichen Rückstand verbleibt, und davon rühren bei den Kurven anfänglich abfallende Stücke. In auffallender Weise zeigt dies ein Versuch, bei dem getrachtet worden war, durch Zusatz des dem Protactinium nächstverwandten Elementes, Tantal, zum Ausgangsmaterial das Pa eher frei von anderen radioaktiven Materialien zu gewinnen; er lehrte, daß Polonium dann noch in ausgiebigerem Maße mit dem Protactinium im Rückstand verblieb.

Fig. 2 illustriert dieses Verhalten. Die voll eingezeichnete Kurve entspricht dem beobachteten Verlauf, der sich aus dem Abfall von

[1] Vgl. O. Hönigschmid und St. Horovitz, Mitt. Ra.-Inst. Nr. 73, diese Sitzungsber., *123*, 2424, 1914.

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

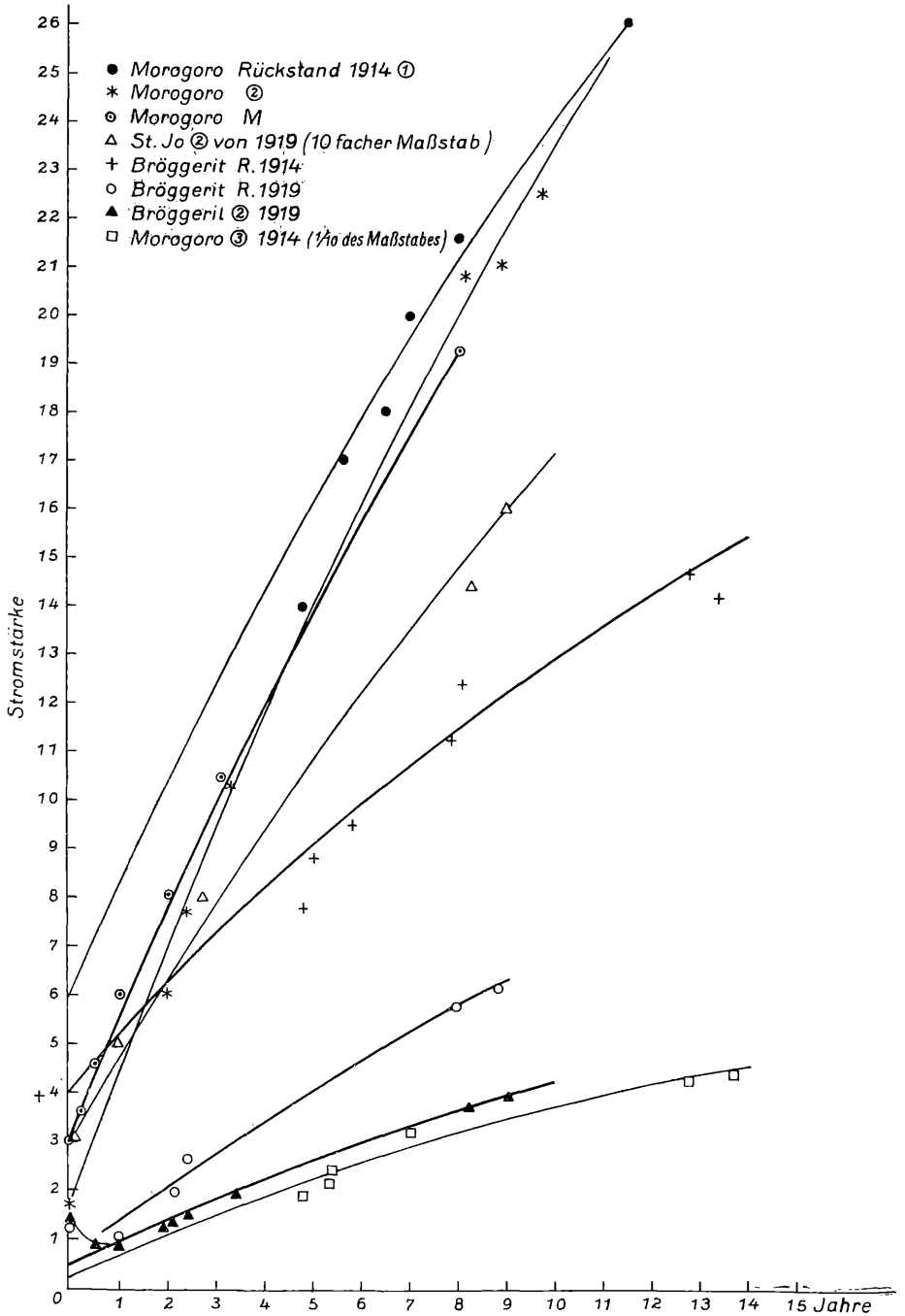

Fig. 3.

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

Polonium (punktiert eingezeichnet) mit darüber gelagertem Anstieg von Actinium (gestrichelt gezeichnet), bei Zugrundelegung einer Halbierungszeit von $13^1/_2$ Jahren für letzteres ergibt, wenn noch eine konstante Anfangsaktivität, hervorgerufen von Resten nicht abgetrennter anderer Substanzen (Spuren von Ra, RaD usw.), angenommen wird. Ähnlich verhalten sich auch die Anfangsstücke von Bröggerit (2) (▲) und Bröggerit R. 1919 (○) in Fig. 3.

Die Ergebnisse aus den Beobachtungen der Actiniumentwicklung an einer Reihe von Proben sind in Fig. 3 zusammengestellt. Die Worte »Morogoro«, »St. Jo« (St. Joachimsthal), »Bröggerit« kennzeichnen das Ausgangsmaterial, aus dem die Rückstände stammen. Für (△) St. Jo 1919 ist der zehnfache Maßtab, für Morogoro (3) 1914 (□) ein Zehntel des Maßstabes wie für die anderen Produkte gewählt.

Es wäre wohl gewagt, aus den gemessenen Punkten der Anstiege der Actiniumaktivität, die in dieser Figur wiedergegeben sind, die Zerfallskonstante des Ac berechnen zu wollen. Bei der verwendeten Methode offener Schälchen, in denen das gepulverte Material lag (vgl. l. c., Mitt. Ra-Inst., 130), emanieren die Produkte bei wechselnder Temperatur und schwankendem Druck zu stark verschieden, und die übergelagerte Wolke aus der kurzlebigen Actiniumemanation und ihrer Zerfallsprodukte bringt große Unsicherheiten in die Messungen.

Daher wurde nur untersucht, ob Anstiegskurven, berechnet mit einer Halbierungszeit von $13^1/_2$ Jahren, sich mit den Ergebnissen vereinbaren lassen, und die ausgezogenen Kurven der Fig. 3, in der die Ordinaten die Stromwerte angeben, sind für diesen Fall gezeichnet. Man sieht, daß die Werte zum mindesten im allgemeinen damit im Einklang stehen, während der Versuch, Übereinstimmung mit aus $T = 20$ Jahre berechnetem Verlauf zu erzielen, viel weniger befriedigend ausfiele.

O. Hahn und E. Walling[1] sowie A. v. Grosse[2] ist es kürzlich gelungen, Verfahren auszuarbeiten, die es ermöglichen sollen, Protactinium aus Pechblenderückständen praktisch rein zu gewinnen. Die Halbierungszeit des Pa wurde von diesen Forschern mit angenähert 21.000 Jahren festgestellt. Man erkennt, daß die erfolgreiche Herstellung reiner oder konzentrierter Protactiniumpräparate um so bedeutungsvoller erscheint, wenn Actinium selbst relativ kurzlebig ist. Bei einer Halbwertszeit von $13^1/_2$ Jahren kann dasselbe schon in wenigen Jahren jeweils aus Protactiniumpräparaten in praktisch nutzbarer Weise gewonnen werden.

Zusammenfassung.

Aus Abfalls- und Anstiegsbeobachtungen von Actiniumaktivitäten, die sich auf einen Zeitraum von über 14 Jahren erstrecken, wird als wahrscheinlichster Wert für die Halbierungszeit des Actiniums $T = 13 \cdot 4$ Jahre angenommen.

[1] O. Hahn und E. Walling, Naturw., *15*, 803, 1927.

[2] A. v. Grosse, Naturw., *15*, 766, 1927; Nature, *120*, 621, 1927 Ber. d. D. chem. Ges., *61*. 233, 1928.

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): Meyer Stefan

Artikel/Article: Mitteilungen des Institutes für Radiumforschung Nr. 218. Über die Zerfallskonstante des Actiniums. 235-239