

Waldes. Beitr. z. Geol. v. Thür. 6 (1928). — 24. H. STILLE, Grundfragen der vergleichenden Tektonik. Berlin: Borntraeger Verl. 1924. — 25. H. STILLE, Die oberkarbonisch-altdyadischen Sedimentationsräume Mitteleuropas usw. Congr. stratigraphie carbonif. Heerlen 1928. — 26. S. W. TROMP, On the mechanism of the Geological undulation phenomena in general and of folding in particular usw. Leiden: Sijthoff-

Verlag 1937. — 27. K. A. WEBER, Das Störungsgebiet am Nordrande des Thüringer Waldes. Jb. preuß. geol. Landesanst. 34 (1913). — 28. J. WEIGELT, Der tektonische Unterbau der Mitteldeutschen Hauptscholle. 23. Dtsch. Geographentag 1929. — 29. E. ZIMMERMANN, Erläuterungen zu den geologischen Karten 1:25000. Lfg. 183, Blatt Friedrichroda 1924 und Ruhla 1930. Berlin: Preuß. Geol. Landesanstalt.

## Über die Entstehung von Radiumisotopen aus Uran durch Bestrahlen mit schnellen und verlangsamteten Neutronen<sup>1</sup>.

Von O. HAHN und F. STRASSMANN, Berlin-Dahlem<sup>2</sup>.

In einer Reihe von Arbeiten haben MEITNER, HAHN und STRASSMANN<sup>3</sup> die Vorgänge aufgeklärt, die bei der Bestrahlung des Urans mit Neutronen zu Elementen mit höherer Ordnungszahl als 92, also zu den sog. Transurane führen. Außer drei künstlichen Uranisotopen werden 6 Transurane nachgewiesen und in ihren chemischen Eigenschaften festgestellt. Sie gehören zu den Elementen 93–96. In jüngster Zeit wurde von denselben Verfassern nach ein 60-Tage-Körper aufgefunden<sup>4</sup>, der vermutlich ebenfalls ein Transuran ist, dessen Stellung aber in den drei isomeren Reihen bisher noch nicht ganz sichergestellt ist.

In mehreren Mitteilungen befassen sich I. CURIE und P. SAVITCH<sup>5</sup> mit einer weiteren Substanz, die sie bei der Bestrahlung des Urans mit Neutronen erhalten haben; sie schreiben ihr eine Halbwertszeit von  $3\frac{1}{2}$  Stunden zu, mit chemischen Eigenschaften, die bisher nicht genau festzustellen waren. Der Körper wurde von CURIE und SAVITCH zuerst für ein Thorisotop gehalten, später für ein Actiniumisotop, dann aber festgestellt, daß er weder das eine noch das andere sei, sondern vermutlich ein Transuran, aber mit Eigenschaften, die von den von HAHN, MEITNER und STRASSMANN festgestellten Eigenschaften der Transurane in bemerkenswerter Weise verschieden seien. CURIE und SAVITCH diskutieren mehrere Möglichkeiten, die ihnen aber selbst schwer verständlich und unbefriedigend vorkommen:

1. Der 3,5-Stunden-Körper hat die Ordnungszahl 93, und die bisher nachgewiesenen Transurane haben statt der Kernladungen 93–96 die Kernladungen 94–97.

2. Der 3,5-Stunden-Körper hat die Ordnungszahl 94, und die bisher beschriebenen Transurane haben die Ordnungszahlen 93, 95–97.

3. Der 3,5-Stunden-Körper ist isomer zu einem der bekannten Transurane, hat aber eine abweichende Elektronenanordnung, so daß trotz gleicher Kernladung mit einem normalen Transuran die chemischen Eigenschaften einer seltenen Erde auftreten.

Zu 1. ist zu sagen, daß diese Annahme nicht zutreffen kann, weil über die chemische Natur der von MEITNER, HAHN und STRASSMANN beschriebenen Eka-Rheniumisotope, also des Elements 93, kein Zweifel bestehen kann.

Zu 2. Abgesehen von den abweichenden chemischen Eigenschaften hätte sich ein 3,5-Stunden-Körper als

Zwischenprodukt zwischen den Elementen 93 und 95 an den Aktivitätskurven der Transurane bemerkbar machen müssen.

Zu 3. Diese Annahme ist äußerst unwahrscheinlich, wie ja CURIE und SAVITCH auch betonen. Die auch in absolut unwägbarer Menge vorliegenden anderen künstlichen Radioelemente haben sich chemisch immer so verhalten, wie man aus ihrer Stellung im periodischen System erwarten sollte.

Bei Gelegenheit neuer Versuche über die chemischen Eigenschaften der Transurane haben wir deshalb versucht, auch den CURIE-SAVITCHSchen 3,5-Stunden-Körper nachzuweisen. Es ist uns auch gelungen, die Substanz nach der von den Verff. angegebenen Abscheidungs- und Meßmethode zu erhalten.

Die genauere Prüfung führte zu bemerkenswerten Ergebnissen. Diese sollen an dieser Stelle nur kurz zusammenfassend dargestellt werden und sind in den Zahlenangaben noch als vorläufig anzusehen.

Bei der Bestrahlung des Urans mit Neutronen entstehen vermutlich drei isomere Radiumisotope, die also durch zwei sukzessive  $\alpha$ -Umwandlungen über Thorium entstanden sein müssen. Daß es sich dabei um Radiumisotope handelt und daß sie nicht etwa aus dem unbestrahlten Uran stammen, wurde nach mehreren Methoden einwandfrei bewiesen. Ihre Halbwertszeiten sind ungefähr 25 Min., 110 Min., mehrere Tage.

Aus diesen isomeren Radiumisotopen entstehen durch  $\beta$ -Strahlenemission drei isomere Actiniumisotope, die als solche nachgewiesen wurden. Ihre Halbwertszeiten sind, vorerst in roher Annäherung, ungefähr mit 40 Min., 4 und 60 Stunden anzugeben. Aus diesen Actiniumisotopen entstehen vermutlich drei Thorisotope, über die aber bisher noch nichts auszusagen ist.

Da die Substanzen wohl alle das Atomgewicht 231 haben, und da es unter den natürlichen Radioelementen bereits ein Thorisotop vom Atomgewicht 231, nämlich UY mit etwa 28 Stunden Halbwertszeit gibt, wird es von Interesse sein, nachzuweisen, ob eines der drei genannten künstlichen Thorisotope mit UY identisch ist.

Was den von CURIE und SAVITCH beschriebenen 3,5-Stunden-Körper betrifft, so glauben wir, daß er ein Gemisch der von uns im einzelnen nachgewiesenen und chemisch identifizierten Körper vorstellt. Die von den Verfassern angegebenen Eigenschaften ihres 3,5-Stunden-Körpers sind mit den Eigenschaften eines solchen Gemisches durchaus verträglich. In ihrer letzten Mitteilung weisen übrigens die Verfasser darauf hin, daß ihr 3,5-Stunden-Körper augenscheinlich noch weitere Substanzen längerer Halbwertszeit enthält, von denen aber bisher weder Halbwertszeiten noch genetische Zugehörigkeit feststellbar seien.

Obleich es sich bei dem zu den Radiumisotopen führenden Prozeß primär um eine  $\alpha$ -Strahlenabspaltung

<sup>1</sup> Eingegangen am 8. November 1938.

<sup>2</sup> Kaiser Wilhelm-Institut für Chemie.

<sup>3</sup> Z. B. O. HAHN, L. MEITNER u. F. STRASSMANN, Ber. dtsch. chem. Ges. 70, 1374 (1937). — L. MEITNER, O. HAHN u. F. STRASSMANN, Z. Physik 106, 249 (1937).

<sup>4</sup> O. HAHN, L. MEITNER u. F. STRASSMANN, Naturwiss. 26, 475 (1938).

<sup>5</sup> I. CURIE u. P. SAVITCH, J. Physique et Radium 8, 385 (1937) — C. r. Acad. Sci. Paris 206, 906, 1643 (1938) — J. Physique et Radium 9, 355 (1938).

