

Die radiometrische Adsorptionsanalyse und ihre Anwendung auf Fragen der Kernphysik

Von ROLAND LINDNER

Aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie, Tailfingen
(Z. Naturforsch. 2a, 333–334 [1947]; eingegangen am 31. August 1945)

Die Notwendigkeit chemischer Untersuchungsmethoden im Rahmen kernphysikalischer Forschung zur eindeutigen Zuordnung radioaktiver Atomarten erforderte eine Vervollkommnung und Erweiterung der bisher verwendeten Trennungsvorgänge. Besonders war dies in Fällen nötig, in denen die Trennung sehr ähnlicher Elemente, wie z. B. der Seltenen Erden, durchgeführt werden sollte. Die hier sonst üblichen Fraktionierungsvorgänge sind im allgemeinen nicht anwendbar, da die Trennung mit den in der Kernchemie üblichen kleinen Substanzmengen und häufig auch innerhalb kurzer Zeit ausgeführt werden muß, um rasch zerfallende Elemente zu identifizieren.

Hier ist nun der Zuständigkeitsbereich einer „Chemie höherer Ordnung“, die an sich sehr kleine Trenneffekte durch Hintereinanderschalten innerhalb eines äußerlich einheitlichen Vorganges schließlich doch zu ausreichender Trennung steigert. Als ein Sonderfall derartiger Vervielfachungsvorgänge kann auch die Methode der chromatographischen Adsorption¹ aufgefaßt werden, deren Erfolge, besonders in der organischen Chemie, hinreichend bekannt sind.

Bei dieser durch den russischen Botaniker Twiss² erfundenen Methode handelt es sich um das Hintereinanderschalten zahlreicher Adsorptions- und Desorptionsakte, was durch Passierenlassen der Lösung des zu trennenden Gemisches durch eine mit dem entsprechenden Adsorptionsmittel gefüllte Säule bewirkt wird.

Für die Anwendung dieses Verfahrens auf radioaktive Atomarten, wie sie auf Veranlassung von Hrn. Prof. O. Hahn durchgeführt wurde, möchten wir den eigenen Namen „radiometrische Adsorptionsanalyse“ vorschlagen. Dies erscheint durch den Umstand gerechtfertigt, daß der spezielle Vorteil radiometrischer, d. h. mit radioaktiven Atomarten arbeitenden Analysenverfahren hier

besonders klar hervortritt. Es ist nämlich die Verwendung beliebig kleiner, im Grenzfall unwägbarer Substanzmengen sowie die leichte Erkennung sonst chemisch kaum zu unterscheidender Elemente möglich. Durch die Aufnahme der radioaktiven Abfallskurven, in manchen Fällen unterstützt durch Messungen der Strahlenabsorption, wird der Gehalt der einzelnen Fraktionen der Adsorptionssäule an den zu trennenden Elementen bestimmt.

Begonnen wurde mit der Trennung *natürlich radioaktiver* Atomarten. Dabei ergab sich u. a. bei der Untersuchung des Radiums eine überraschend gute Möglichkeit der Abtrennung seines Begleitelementes Barium, das hierbei in inaktiver Form vorlag, und in einer Ausbeute bis zu 80–90% radiumfrei erhalten werden kann². Die Trennung Radium–Barium war von besonderem Interesse, spielte sie doch in der Geschichte der Radioaktivität zweimal, nämlich bei der Entdeckung des Radiums durch M. u. P. Curie und der Auffindung der Uranspaltung durch Hahn und Straßmann³, eine große Rolle.

Die auf der Adsorptionssäule durch den radioaktiven Zerfall entstehenden neuen Elemente können auf Grund ihrer damit gewonnenen chemischen Eigenschaften bei einer folgenden Desorption getrennt werden, obwohl sie nur in „unwägbarer Menge“ vorliegen. Allerdings muß hierbei die Erscheinung des radioaktiven Rückstoßes beachtet werden, der — offenbar durch „Einhämmern“ des Folgekerns ins Adsorptionsmittel — z. B. im Falle der Radiumemanation Desorptionsunterschiede hervorruft, die nicht im eigentlichen Sinne chemischer Natur sind³.

Auf dem Gebiet der *künstlichen Radioaktivität* ergaben sich ebenfalls zunächst überraschende Trenneffekte. Hier waren vor allem die Seltenen Erden, deren radioaktive Atomarten außer durch

¹ Z. B. L. Zechmeister u. L. v. Chohnoky, Die chromatogr. Adsorptions-Methode, Springer 1938.

² R. Lindner, Z. physik. Chem. 194, 51 [1944].

³ R. Lindner, Naturwiss. 33, 119 [1946].



Bestrahlung der Elemente auch durch Spaltung des Urans entstehen, Gegenstand der Untersuchung.

Die Anwendung der chromatographischen Adsorption auf die Trennung der Seltenen Erden wurde bisher hauptsächlich von O. Erämetsä⁴ und Mitarbeitern durchgeführt. Die von diesen gefundenen Ergebnisse, soweit sie bisher zugänglich sind, wurden qualitativ bestätigt, quantitativ infolge der eingangs erwähnten Vorteile der radioaktiven Methode übertroffen.

So ergab sich im Gebiet der Ceriterden u. a. eine ausgesprochen leichte Abtrennbarkeit des Lanthans von dem sonst chemisch am ähnlichsten Element Praseodym, wobei 40% des Lanthans praktisch rein erhalten wurden. Ebenfalls beträchtliche Unterschiede finden sich beim Samarium im Vergleich zu seinem Nachbar-Element 61, das — nur in radioaktiver Form existierend — so zum erstenmal chemisch untersucht wurde⁵. Dies leitet über zum eigentlichen Grund der Anwendung der besprochenen Methode, nämlich zu schwebenden Fragen der Kernphysik, insbesondere der Uranspaltung. So war z. B. eine bei der Uranspaltung entstehende Seltene Erde von 13 Tagen Halbwertszeit bisher noch nicht näher chemisch identifiziert worden; es konnte sich hier um Lanthan, aber auch um Praseodym oder eines der folgenden Elemente handeln. Dank dem großen Adsorptionsunterschied zwischen Lanthan und Praseodym wurde einwandfrei gezeigt, daß hier auf keinen Fall Lanthan vorliegt. Das als etwaige obere Grenze damit verglichene Samarium konnte ebenfalls ausgeschaltet werden. Schwieriger war der Vergleich mit den nun noch in Frage kommenden Elementen Praseodym, Neodym, Element 61, da der zunächst untersuchte Trenneffekt an Aluminiumoxyd aus wäßriger Lösung gerade in

diesem Gebiet recht klein ist. Immerhin wurde, u. a. durch Vergleich mit dem Element 61 von 2,3 Stdn. Halbwertszeit, die Identität des 13-d-Körpers mit einer Atomart des Elementes Praseodym wahrscheinlich gemacht⁶, in Übereinstimmung mit den auf physikalischem Wege gewonnenen Ergebnissen amerikanischer Arbeiten⁷. Dies chemische Ergebnis soll durch Anwendung anderer Trenneffekte, die z. Zt. in Untersuchung sind, nochmals bestätigt werden.

Auch auf dem Gebiet der aktiven Yttererden, die offenbar nicht mehr bei der Uranspaltung auftreten, sich aber durch Neutronenbestrahlung der Elemente meist in erheblicher Intensität erhalten lassen, wurden gute Trenneffekte gefunden, die besonders im Fall des Dysprosiums und des im allgemeinen hierher gerechneten Yttriums zur Verbesserung der bisherigen Methoden geeignet erscheinen. Auch sonst sind die Unterschiede in diesem Gebiet so groß, daß eine erfolgreiche Unterstützung der kernphysikalischen Forschung mit einer chemischen Methode möglich erscheint⁸.

Zum Schluß dieser kurzen Zusammenfassung sei noch auf chemisch interessante Seiten des Verfahrens eingegangen. Hier bietet u. E. gerade die Untersuchung der Seltenen Erden als einer Reihe von in vielen chemischen Eigenschaften gleichmäßig abgestuften Elementen die Möglichkeit, u. U. Näheres über den Adsorptionsvorgang zu erfahren. Gerade hier erscheint der Versuch aussichtsreich, durch getrennte Untersuchung der bei der Adsorption eine Rolle spielenden chemischen Faktoren, unter Heranziehung physiko-chemischer Analysenmethoden, das Wesen der Methode selbst näher kennenzulernen.

⁴ O. Erämetsä, *Suomalaisen Tiedeakatemian Toimituksia* **57**, 3 [1940].

⁵ R. Lindner, *Naturwiss.*, im Druck.

⁶ R. Lindner, *Z. Naturforschg.* **2a**, 329 [1947].

⁷ Curbatov u. Pool, *Physic. Rev.* **63**, 463 [1943].

⁸ R. Lindner u. O. Peter, *Z. Naturforschg.* **1**, 67 [1946].