



Doctoral Thesis

## Radiochemische Trennungen im Zusammenhang mit Kernreaktionen

**Author(s):**

ELSioufi, Amr

**Publication Date:**

1959

**Permanent Link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000093840> →

**Rights / License:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

**Prom. Nr. 2940**

**RADIOCHEMISCHE TRENNUNGEN  
IM ZUSAMMENHANG  
MIT KERNREAKTIONEN**

Von der  
Eidgenössischen Technischen  
Hochschule in Zürich

zur Erlangung  
der Würde eines Doktors der technischen Wissenschaften  
genehmigte

**PROMOTIONSARBEIT**

vorgelegt von

**AMR EL-SIOUFI**

dipl. Ing.-Chem. E. T. H.  
Ägyptischer Staatsangehöriger

Referent: Herr Prof. Dr. P. Scherrer  
Korreferent: Herr Prof. Dr. O. Gübeli

Juris-Verlag Zürich  
1959

### III. Zusammenfassung

Im Zusammenhang mit physikalischen Wirkungsquerschnittsmessungen für bestimmte Kernreaktionen sowie mit anderen physikalischen Messungen, wurden radiochemische Trennungsmethoden für die in der Tabelle auf S. 57 erwähnten Isotope entwickelt.

Die physikalischen Ergebnisse sind der Tabelle auf S. 47 zu entnehmen.

### IV. Schlussfolgerungen

#### A. Chemisch

Es ist eindeutig bewiesen worden, dass eine radiochemische Trennung um wirkungsvoll zu sein, möglichst ohne Anwendung von organischen Fällungsmitteln, in wenigen Schritten, quantitativ und trägerlos durchzuführen ist. Als beste Methode, wenn sie durchführbar ist, hat sich die Extraktionsmethode erwiesen.

Als Mass für die Güte einer Trennungsmethode die so gut mit grösseren wie auch mit kleineren Trägermengen geht, könnte man die Flachheit der Kurve betrachten, die die Ausbeute als Funktion der Trägermenge darstellt.

#### B. Physikalisch

Die Messung der Aktivität gestattet nicht, zwischen den  $(\gamma, pn)$ -,  $(\gamma, np)$ - und  $(\gamma, d)$ -Reaktionen zu unterscheiden. Der Schwellenwert der  $(\gamma, pn)$ - und der  $(\gamma, np)$ -Reaktion liegt gegenüber demjenigen der  $(\gamma, d)$ -Reaktion um die Bindungsenergie des Deuterons (2,23 MeV) höher. Eine Unterscheidung ist bei unseren Anregungskurven wegen der schlechten Auflösung nicht möglich. Katz und Penfold<sup>41)</sup> haben am Schwefel für die  $(\gamma, pn) + (\gamma, d)$ -Reaktion ein  $\bar{\sigma}$  von 4,1 MeV mb gemessen, wobei durch Ausmessung der Knicke in der Anregungskurve folgende Aufteilung ermittelt werden konnte:  $(\gamma, d)$ -Reaktion:  $\sigma_{\max} = 0,7$  mb,  $(\gamma, pn)$ -Reaktion:  $\sigma_{\max} = 1,5$  mb. In einer zusammenfassenden Arbeit von Forkman<sup>42)</sup> wird gezeigt, dass die statistische Theorie beim  $(\gamma, d)$ -Prozess versagt. Das Verhältnis  $Y(\gamma, d)/Y(\gamma, pn)$  schwankt

von Element zu Element und beträgt bei Co und Cu  $\sim 0,2$  ( $E_\gamma = 20$  MeV). Für die Emission eines Photo-Deuterons muss ein Spezialmechanismus ausgedacht werden. Einen Vorschlag für einen sog. "Pick-up-Prozess" findet man bei Sawicki<sup>43</sup>). Den  $(\gamma, pn)$ -Prozess kann man sich so vorstellen, dass das sekundäre Teilchen vom primären Partikel herausgeschlagen wird. Es ist überraschend, dass die wenigen gemessenen  $(\gamma, d)$ -Querschnitte sehr stark streuen. Unsere W.Q., die durch Aktivitätsmessungen bestimmt wurden, umfassen stets den  $(\gamma, pn)$ - und den  $(\gamma, d)$ -Prozess.

Hält man an einem Zweistufenprozess fest, so muss  $\bar{\sigma}(\gamma, np)$  kleiner sein als  $\bar{\sigma}(\gamma, pn)$ . Die Emission eines Protons aus einem Zwischenkern ist sehr viel unwahrscheinlicher als die eines Neutrons<sup>44</sup>). Die Anregungskurve einer  $(\gamma, pn)$ -Reaktion kann mit der statistischen Theorie nicht berechnet werden, da diese erfahrungsgemäss bei  $(\gamma, p)$ -Reaktionen versagt. Der Einfluss der Neutronen beim 70-MeV-Synchrotron wird leider in den Arbeiten<sup>45</sup> und <sup>46</sup>) nicht diskutiert. In dieser Arbeit zeigte es sich, dass die  $(\gamma, pn)$ - und die  $(\gamma, p)$ -Prozesse keine extrem grossen Wirkungsquerschnitte aufweisen. Der Neutronenfluss des verwendeten 32-MeV-Betatrons konnte in guter Näherung mit demjenigen einer Ra-Be-Quelle von 900 mC verglichen werden. Probebestrahlungen mit einer 300-mC-Ra-Be-Quelle zeigten, dass der Anteil der Störreaktion weniger als 10% beträgt. Die Messungen von Sagané<sup>1b</sup>), Edwards und Mc Millan<sup>1c</sup>) ergaben zu grosse Wirkungsquerschnitte ( $\bar{\sigma}_{Zn^{68}(\gamma, p)Cu^{67}} = 0,19$  MeV barn und  $\bar{\sigma}_{Zn^{66}(\gamma, pn)Cu^{64}} = 0,31$  MeV barn). Es ist anzunehmen, dass die begangenen Fehler durch die Anwendung zu energiereicher Beschleuniger, die neben den  $\gamma$ -Strahlen noch viele Neutronen erzeugen, verursacht worden sind. Die Reaktion  $Zn^{66}(\gamma, pn)Cu^{64}$  kann nämlich durch die Reaktion  $Zn^{64}(n, p)Cu^{64}$  vorgetäuscht werden.

Im Gegensatz zu früheren Vermutungen hat sich ergeben, dass der Wirkungsquerschnitt des  $(\gamma, \alpha)$ -Prozesses für  $Z > 50$  ziemlich konstant bleibt. In den Fällen  $Tl^{205}(\gamma, \alpha)Au^{201}$  und  $Tl^{205}(\gamma, n\alpha)Au^{200}$  wurde der Wirkungsquerschnittsverlauf bestimmt. Es zeigte sich, dass dieser einen resonanzartigen Verlauf hat. Der Einsatz des  $(\gamma, \alpha)$ -Wirkungsquerschnittes fällt zusammen mit der Summe von Alphabindungsenergie und Coulomb-Energie. Der Abfall des Wirkungsquerschnittes findet bei einer Energie statt, welche die Bindungsenergie des nächsten Neutrons im Kern entspricht. Am erwähnten Beispiel sieht man, dass der  $(\gamma, n\alpha)$ -Prozess den  $(\gamma, \alpha)$ -Prozess ablöst. Es ist zu vermuten, dass die WQ-Summe der  $(\gamma, \alpha)$ -,  $(\gamma, n\alpha)$ -,  $(\gamma, 2n\alpha)$ - usw. Prozesse eine flache, nicht resonanzartige Funktion der Gammaenergie darstellen (vgl. Fig. 13).

In der Figur 18<sup>7)</sup>, ist für verschiedene Photoreaktionen die Ausbeute als Funktion der Kernladungszahl aufgetragen. Dabei verwendete man neben Resultaten aus dieser Arbeit auch solche anderer Autoren. Es ist auffallend, dass die  $(\gamma, p)$ - und

$(\gamma, pn)$ -Ausbeuten ungefähr gleich verlaufen, so dass mit grosser Wahrscheinlichkeit angenommen werden darf, dass die  $(\gamma, pn)$ -Reaktionen gegenüber den  $(\gamma, np)$ -Prozessen überwiegen. Ebenfalls sieht man deutlich dass die Ausbeuten der  $(\gamma, \alpha)$ -Prozesse für  $Z > 50$  fast horizontal verlaufen.

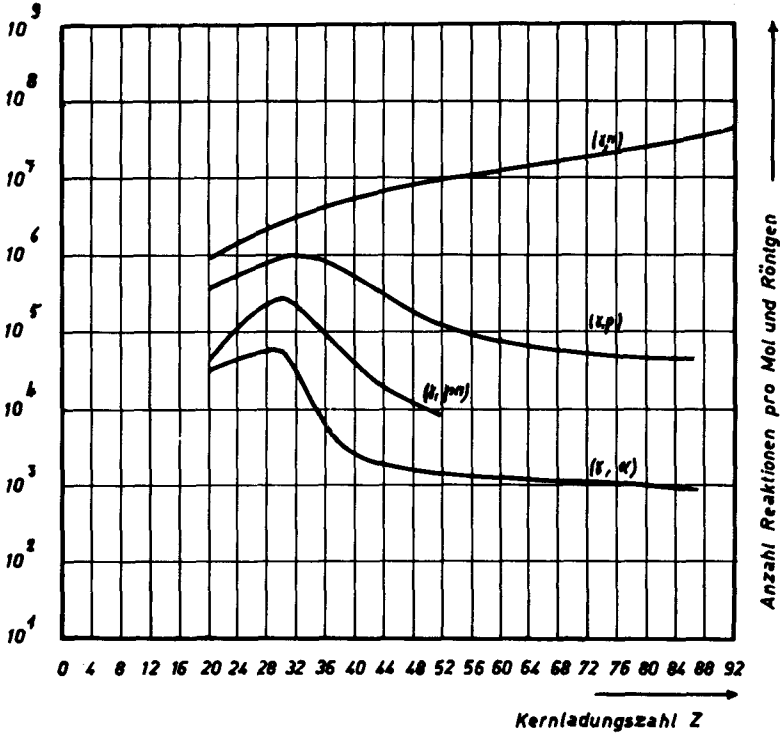


Fig. 18 Verlauf des integrierten Wirkungsquerschnittes in Abhängigkeit von der Kernladungszahl <sup>7)</sup>.