

## Untergrundfreie $\alpha$ -LSC-Spektren mit Hilfe neuronaler Netze

G. Langrock, N. Wiehl, K. Eberhardt, H.O. Kling, M. Mendel, A. Nähler, U. Tharun, N. Trautmann, J.V. Kratz  
Institut für Kernchemie, Universität Mainz

Die Methode der Flüssigszintillationsspektroskopie (liquid scintillation counting, LSC) beruht auf der Anregung einer Lösung von zumeist organischen Substanzen durch ein ionisierendes Teilchen, in deren Folge ein Lichtpuls emittiert wird. Dieser Lichtpuls hat eine für das verursachende Teilchen charakteristische Pulsform. Herkömmliche Verfahren zur Unterscheidung der verschiedenen Pulsformen beruhen auf Analogelektronik-Schaltungen (pulse shape discrimination, PSD). Allerdings versagen diese PSD-Einheiten in der Regel bei einer hohen Zahl von Untergrundeignissen und beim Auftreten ungewöhnlicher Pulsformen.

Einen Ausweg bietet die digitale Aufnahme von Szintillationspulsen mit Hilfe sogenannter Transientenrecorder und einer nachfolgenden offline-Pulsformdiskriminierung unter Verwendung von künstlichen neuronalen Netzen. Die schrittweise Entwicklung dieser Methode wurde in den vorangegangenen Jahresberichten vor dem Hintergrund von Experimenten mit dem schnellen Flüssig-Flüssig-Extraktionssystem SISAK zur Chemie des Rutherfordiums (Rf) beschrieben [1,2]. Dabei steht im Vordergrund die Suche nach Rf- $\alpha$ -Ereignissen, die von der verwendeten analogen Messelektronik nicht eindeutig von  $\beta/\gamma$ -Ereignissen und pile ups unterschieden werden können. Die in [2] beschriebene Auswertung des im Februar 2000 am Paul-Scherer-Institut (PSI) in Villigen durchgeführten SISAK-Experimentes zeigte, dass der Ansatz einer Pulsformdiskriminierung mit neuronalen Netzen (PSD-NN) prinzipiell funktioniert, aber noch im Detail zu verbessern war.

Es wurden verschiedene Parameter geändert. Das nunmehr verwendete neuronale Netz, das mit 2580 Szintillationspulsen trainiert wurde, bestand aus drei Schichten. Die Eingabeschicht enthielt 175 Neuronen (entsprechend einem Puls mit 175 Datenpunkten a 2 ns), die zweite Schicht 5 Neuronen und die Ausgabeschicht zwei Neuronen. Deren Ausgabewerte lieferten mit Werten zwischen 0 und 1 eine Information über die Art der Pulse ( $\alpha$  oder nicht  $\alpha$ -Puls). Gegenüber dem vorher beschriebenen Netz [2] wurden zwei grundlegende Änderungen eingeführt. Erstens wurden alle Pulshöhen für die Verarbeitung mit dem neuronalen Netz auf Eins normiert. Zweitens wurde in der ansteigenden Flanke jedes Pulses ein Startpunkt, ab dem 175 Punkte des Pulses mitgeschrieben werden, explizit festgelegt. Diese Änderungen führten zu einer drastisch verbesserten Erkennungsleistung des neuronalen Netzes (Abbildung 1). Als Beispiel ist in Abbildung 1 ein LSC-Spektrum gegeben, das alle aufgezeichneten

Pulse enthält, und ein Spektrum, in dem nur noch Pulse enthalten sind, die das neuronale Netz automatisch als  $\alpha$ -Puls klassifiziert hat. Dieses Spektrum enthält keine Untergrundeignisse mehr.

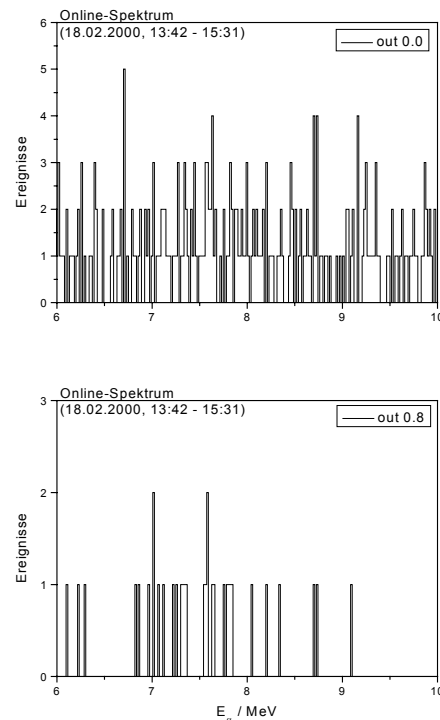


Abbildung 1:  $\alpha$ -LSC-Spektren vom SISAK-Experiment im Februar 2000. Originalspektrum (oben) und Spektrum nach automatischem Entfernen aller Untergrundeignisse durch neuronales Netz (unten)

Für die vollständige Analyse des SISAK-Experimentes vom Februar 2000 wurde nach  $^{261}\text{Rf}$ - $^{257}\text{No}$ -Korrelationen, jeweils in einem Energiefenster von  $E_{\alpha}=7.7\text{-}8.8$  MeV, gesucht. Es wurden insgesamt 36 Single- $\alpha$ -Events gefunden. Allerdings sind dabei nur zwei korrelierte  $\alpha$ - $\alpha$ -Ereignisse [3]. Diese geringe Zahl von Ereignissen dürften in erster Linie auf Probleme im Verlauf des besagten Experimentes zurückzuführen sein. Insofern lassen sich aus diesen Ergebnissen Aussagen zur Chemie des Rutherfordiums nicht ohne Weiteres ableiten.

Es ist somit eine empirische Methode verfügbar geworden, mit deren Hilfe nahezu untergrundfreie LSC-Spektren gewonnen werden können. Das eröffnet neue Möglichkeiten für verschiedene Arten von low level-Messungen in der Kern- und Radiochemie.

[1] G. Langrock et al., Jahresbericht 2000

[2] G. Langrock et al., Jahresbericht 2001

[3] G. Langrock, Dissertation, Universität Mainz (2002)