

Untersuchungen zur Energieauflösung von Spektrometern

Mit Entfaltungsverfahren ist es möglich, Strukturen in einem Spektrum zu erkennen, die feiner sind als die instrumentelle Auflösung des Spektrometers. Ein neues Verfahren erlaubt erstmals die quantitative Bestimmung dieser Eigenschaft, Superresolution genannt, für ein Szintillationsspektrometer, das für die Plasmadiagnostik eingesetzt wird. Dieses Verfahren ist auch für andere Anwendungen von Bedeutung.

NE213 Flüssigszintillations-Spektrometer werden routinemäßig für die Neutronenspektrometrie verwendet [1]. Das Spektrum wird nicht direkt gemessen, sondern aus dem gemessenen Pulshöhenspektrum bestimmt. Dieses Verfahren der Datenanalyse ist als Entfaltung bekannt. Mit Methoden der nicht-linearen Entfaltung ist es möglich, Strukturen in dem Neutronen-Spektrum aufzulösen, die feiner als die instrumentelle Auflösung des Spektrometers sind. Diese Fähigkeit wird als Superresolution bezeichnet, und durch den sogenannten Superresolution-Faktor quantifiziert.

Die Kenntnis des Superresolution-Faktors ist in vielen Fällen wichtig. Zum Beispiel ist in Anwendungen der Neutronenspektrometrie zur Plasmadiagnostik in der Kernfusion [2] die Temperatur eines brennenden Plasmas ein wichtiger physikalischer Parameter, der aus der Breite des Energiespektrums der Neutronenemission bestimmt werden kann. Die Fähigkeit, diese Breite zu bestimmen, hängt vom Superresolution-Faktor des Spektrometers ab.

Kosarev [3] hat eine absolute Grenze für die Verbesserung der Auflösung mit Argumenten hergeleitet, die auf einem bekannten Theorem von Shannon basiert. Mit dem Ansatz von Kosarev ist es grundsätzlich möglich, den Superresolution-Faktor eines Detektors zu berechnen. Allerdings beruhen seine Berechnungen auf einer technischen Annahme, die für NE213 Neutronenspektrometer nicht gültig ist, da deren Response-Funktionen nicht den angenommenen Voraussetzungen genügen. Deshalb muss der Ansatz von Kosarev modifiziert und erweitert werden. Wir haben dafür ein Verfahren entwickelt, das diese Beschränkung umgeht. Mit dieser neuen Methode haben wir den Superresolution-Faktor für ein NE213 Neutronenspektrometer abgeleitet und gezeigt, dass der so bestimmte Faktor im Einklang mit Messungen am PTB Beschleuniger steht, die in einer früheren Publikation vorgestellt wurden [2]. Dieses neue Verfahren ist auch für andere Anwendungen von Bedeutung.

Die Ergebnisse unserer Analyse werden in den „Proceedings of the 30th International Workshop on Bayesian Inference and Maximum Entropy Methods in Science and Engineering (MaxEnt 2010)“, Frankreich, July 4-9, 2010 veröffentlicht.

Literatur:

- [1] H. Klein: **Neutron spectrometry in mixed fields: NE213/BC501a liquid scintillation spectrometers**, Radiat. Prot. Dosim. 107, 95 (2003).
- [2] M. Reginatto, A. Zimbal: **Bayesian and maximum entropy methods for fusion diagnostic measurements with compact neutron spectrometers**, Rev. Sci. Instrum. 79, 0235059 (2008).
- [3] E. L. Kosarev: **Shannon's superresolution limit for signal recovery**, Inverse Problems 6, 55 (1990).

Ansprechpartner

M. Reginatto, Fachbereich 6.5, Arbeitsgruppe 6.53, E-Mail: marcel.reginatto@ptb.de