

Berichte aus der Physik

**Kurt Aulenbacher**

**Erzeugung intensiver hochpolarisierter  
Elektronenstrahlen mit hoher Symmetrie  
unter Helizitätswechsel**

D 77 (Habil.-Schr. Universität Mainz)

Shaker Verlag  
Aachen 2007

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Mainz, Univ., Habil.-Schr., 2007

Copyright Shaker Verlag 2007

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-6429-1

ISSN 0945-0963

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • E-Mail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

## Zusammenfassung

### Erzeugung intensiver hochpolarisierter Elektronenstrahlen mit hoher Symmetrie unter Helizitätswechsel

Die Nutzung des Spinfreiheitsgrades ist ein wesentliches Hilfsmittel bei modernen Elektronenstreuexperimenten. Intensive spinpolarisierte Strahlen sind im Bereich der Hochenergie- und Hadronenphysikexperimente geradezu zwingend erforderlich, um die wissenschaftliche Effizienz dieser bezüglich Investition und Betrieb sehr aufwendigen Anlagen zu optimieren. Es ist daher notwendig, für diese beschleunigergestützten Experimente eine hinreichend intensive spinpolarisierte Teilchenquelle zu entwickeln. In den letzten Jahren wurden große Fortschritte erzielt, was die erreichbare Spinpolarisation und die maximale Intensität und Brillanz anbelangt. Diese Quellen beruhen auf dem Prinzip der Photoemission aus Kathoden Negativer Elektronen Affinität (NEA), wobei geeignete Symmetrieeigenschaften der verwendeten Halbleiterphotokathoden ausgenutzt werden.

Dieses Buch beschreibt die breite Palette der zugrunde liegenden physikalischen Prinzipien und Techniken. Diese reichen von den Effekten im Volumenhalbleiter über die Oberflächenphysik bis zur Beschleuniger- und Hochenergiephysik.

Im ersten Teil werden die notwendigen physikalischen Techniken wie hochfrequenzsynchronisierte Lasersysteme, Spinmanipulatoren und die Integration des Quellensystems in die Beschleunigeranlage am Beispiel des Mainzer Mikrotrons beschrieben. Ein weiterer intensiv behandelte Aspekt sind Lebensdauereffekte der NEA-Photokathode, deren systematische Einteilung in diverse – zumeist strahlinduzierte – Effekte diskutiert wird. Das zweite Kapitel beschäftigt sich mit spinrelaxierenden Prozessen, die im Zeitbereich durch Ultrakurzzeitspektroskopie beobachtbar sind. Es werden spinrelaxierende Effekte bei der Photoabsorption, beim Transport der Elektronen durch den Halbleiter, sowie bei der Emission durch die NEA-Oberflächenschicht beschrieben. Mit die anspruchvollsten Elektronenstreuexperimente sind solche, die sich der paritätsverletzenden Streuung widmen, da die dort zu untersuchenden Effekte extrem klein sein können. Dies erfordert, dass die Strahlparameter weitestgehend unabhängig vom Helizitätszustand des polarisierten Elektronenstrahls sind. Im dritten Teil wird dargestellt, wie man die geforderte extreme Symmetrie der Elektronenstrahlparameter erreichen kann. Die Basis hierfür ist eine theoretische Beschreibung des optischen Polarisationstransfers durch reale (fehlerbehaftete) Optiken. Die experimentellen Beobachtungen stehen weitgehend im Einklang mit dieser Theorie. Die optischen Polarisationsfehler übertragen sich während des Photoemissionsprozesses in helizitätskorrelierte Fluktuationen des Elektronenstrahls. Sie können aber durch geeignete Maßnahmen kompensiert werden. Die Experimente zur paritätsverletzenden Elektronenstreuung am Mainzer Elektronenbeschleuniger sind daher nicht mehr durch die Effekte mangelnder Strahlsymmetrie unter Helizitätswechsel begrenzt.