Berichte aus der Physik

Ulrich Bartz

Untersuchung und Optimierung eines CW-RFQ-Prototypen

D30 (Diss. Universität Frankfurt am Main)

Shaker Verlag
Aachen 2014

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.: Frankfurt am Main, Univ., Diss., 2014

Umschlaggestaltung: Ulrich Bartz

Copyright Shaker Verlag 2014
Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-2744-0
ISSN 0945-0963

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen
Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9
Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

In dieser Dissertation werden Teilchenbeschleuniger als Bereich der angewandten Physik beleuchtet. Aufgabe der Beschleunigerphysik ist die Beschleunigung geladener Teilchen auf kontrolliert geführten Bahnen und die damit verbundene Weiterentwicklung der zur Verfügung stehenden Technologien: HF-Design, Strahldynamik und Vakuumtechnik sowie Simulationsrechnungen spielen dabei eine entscheidende Rolle.
Die Triebfeder für den Bau immer größerer Beschleunigeranlagen liegt im Erkenntnisdrang des Menschen. Aktuelle Fragestellungen betreffen den Ursprung der Materie und die damit verbundene Weiterentwicklung theoretischer Standardmodelle. Hier sind zum Beispiel der *Higgs-Mechanismus* und das *Quark-Gluonen-Plasma* zu nennen. Vor allem die magnetische Steifigkeit der Ionen limitiert die erreichbaren Endenergien von Kreisbeschleunigern und die Nutzung von Speicherringen auch bei Verwendung von supraleitenden Magneten, was zu Anlagen mit immer größeren Radien führt.
Um einen Kreisbeschleuniger betreiben zu können, ist eine vorgeschaltete Linear-beschleunigersektion (LINAC) notwendig. Das als Injektor bezeichnete Frontende ist bei einer modernen Beschleunigeranlage als Ausgangspunkt für große Strahlintensitäten bei hoher Brillanz ähnlich aufgebaut, egal ob es um die Ergründung atomarer Strukturen, nukleare Spallation oder medizinische Anwendungen geht.

Im Speziellen behandelt das Buch den *Radiofrequenzquadrupol* (RFQ) in der *4-Rod-Version* als erstes HF-Glied hinter der Ionenquelle. Dieser Leitungsresonator meistert den Aufgabenkomplex bestehend aus starker Fokussierung mittels elektrischer Felder, adiabatischem Bunchen und der Beschleunigung bis auf *10%* der Lichtgeschwindigkeit in kompakter Bauweise. Die maßgeblich von *A Schempp* an der *Goethe-Uni* in Frankfurt seit den *1980er* Jahren entwickelte Struktur wurde nach neuen Gesichtspunkten untersucht und in Details weiter optimiert: Ein 4-Stützenmodell wurde nach den Gesichtspunkten effektiver Wärmeabgabe der dissipierten HF-Leistung bei hoher mechanischer Stabilität mit Hilfe des Simulationsprogramms *Microwave-Studio* von CST entworfen. Zur Überwindung der Multipactinghürden (Konditionierung) wurden zwei Steuerstände aufgebaut, um Leistungstests durchzuführen. Während der erfolgreichen Testphase wurden thermische Effekte dokumentiert und die Baugrößenanpassung der Wasserkühlung mittels der Simulationssoftware *ALGOR* von Autodesk verifiziert.
Erkenntnisse aus dieser Studie finden bereits bei der Realisierung von Projekten für Hochstrombetrieb im Dauerstrich Anwendung: Hier sind die Neutronenquelle *FRANZ* am Stern-Gerlach-Zentrum (Frankfurt) und das Spallationsprojekt *MAX* (Belgien) zu nennen.

Die universellen Einsatzgebiete für derartige RFQ-Strukturen werden anhand konkreter Projekte aufgezeigt. Basiswissen und physikalischer Hintergrund sowie die Anwendung von Computersimulationen und Messmethoden werden systematisch erarbeitet.
Die Lektüre ist nicht nur für Physiker und Ingenieure interessant, sondern bietet Studenten dieser Spezifikationen ein didaktisch wertvolles Standardwerk mit über 70 farbigen Abbildungen. Es ist in die Kapitelblöcke *Einführung*, *Grundlagen* und das Spezialgebiet über den CW-RFQ-Prototypen übersichtlich gegliedert.
Der von *Richard Feynman's* Vorlesungen inspirierter Autor *Ulrich Bartz* verbindet spielerische Herangehensweise mit Tiefgang und Ausgewogenheit.