

Kandidat: Thomas Margreiter

Prüfer/innen: Michael Benedikt, Erich Griesmayer, Marina Perdigão

Titel: Field Control of Dynamically Operated Synchrotron Magnets for a Medical Application

MedAustron in Wiener Neustadt, Österreich, betreibt einen Teilchenbeschleuniger auf Synchrotronbasis für Forschung und medizinische Anwendungen. Während der Beschleunigung müssen die Magnetfelder der Biegedipolmagnete dynamisch betrieben werden, um die Teilchen auf einer geschlossenen horizontalen Umlaufbahn zu halten. Die Stromregelung der Magnete hält sich streng an die Vorgaben und erreicht die höchstmögliche Präzision, um Strahlverluste zu minimieren und die Strahlqualität zu maximieren. Diese Regelmethodik erfordert jedoch zeitaufwändige Prozeduren für die Reproduzierbarkeit und Zuverlässigkeit der B-Felder, was eine Möglichkeit zur Verbesserung der Beschleunigerperformance darstellt.

Diese Arbeit geht auf diese Einschränkungen ein, indem sie die Konzeption und Inbetriebnahme der Magnetfeldmessung und die Verbesserung des Regelungsansatzes unter Verwendung des Strahls als Sonde einführt. Eine Hallsonde ermöglicht eine punktförmige Messung innerhalb eines Referenzmagneten des Synchrotrons. Die entwickelte Methode schätzt das durchschnittliche B-Feld, das vom Strahl im Hauptring integriert wird. Darüber hinaus wurde eine spezielle Mess- und Regelhardware für Stromversorgungen der Beschleunigermagnete bei MedAustron in Bezug auf Elektronik und Firmware aufgerüstet. Das System muss dabei einen maximalen Gesamtfehler von 2 units für das Magnetfeld einhalten. Das Mess- und Regelsystem wurde validiert und optimiert, wobei die Strahleigenschaften im Ring und in den Behandlungsräumen als Benchmarks dienten. Parasitäre Einflüsse auf das B-Feld, die hauptsächlich von den eisendominierten Magneten herrühren, können kompensiert werden, wodurch spezielle Reproduzierbarkeitsmaßnahmen überflüssig werden.

MedAustron ist somit das erste Synchrotron-basierte Krebstherapiezentrum weltweit, dass das vorgestellte Regelsystem in Betrieb nimmt. Die entwickelte Messmethodik, Hardware und Firmware ermöglichen einen verbesserten Synchrotronbetrieb, indem sie zeitaufwändige Magnetkonditionierungen eliminieren, den Patientendurchsatz erhöhen und den Weg für weitere Verbesserungen im Beschleunigerbetrieb bei MedAustron und potenziell für etablierte und zukünftige Synchrotronprojekte weltweit ebnen.