

Laser-Driven Particle and X-Ray Sources for Medical Applications

440. WE-Heraeus-Seminar

Vom 4. – 9. September 2009 haben wir auf der kleinen, idyllischen Fraueninsel im Chiemsee dieses Seminar mit rund 60 Teilnehmern veranstaltet. Physiker, Mediziner und Industriephysiker erlebten synergetisch die große Aufbruchstimmung dieses neuen Forschungsbereichs, und die Community mit mehreren Schwerpunkten in Deutschland (Dresden, München, Heidelberg, Darmstadt) beginnt zusammenzuwachsen.

Bei der Laserbeschleunigung gibt es typische Beschleunigungsfelder von TV/m, die ca. 10^6 mal größer sind als die Felder klassischer Beschleuniger (MV/m). Damit eröffnet sich die Perspektive, kompakte, preiswerte Anlagen für die Ionen-Krebs-therapie zu bauen. So ließe sich diese sehr viel weniger belastende Therapie auf mehr Tumorarten ausdehnen. Es erscheint weiterhin möglich, mithilfe der Laserbeschleunigung intensive, brillante Röntgenquellen zu bauen und so das Verfahren der Röntgen-Phasenkontrastaufnahme statt der bisherigen Absorptionsmessungen einzusetzen. Messungen an großen Synchrotronen haben gezeigt, dass diese Messung des Brechungsindex der Gewebe sehr kontrastreiche Bilder – insbesondere bei weichen Geweben – bei wesentlich besserer Auflösung und geringerer Dosisbelastung erlaubt. Die Laserbeschleunigung zeigt eine rasante Entwicklung, und es bleibt abzuwarten, wie diese neuen Techniken in den nächsten 10 – 20 Jahren in den klinischen Betrieb umgesetzt werden und wie sie dann im Vergleich zu den mit großem finanziellen Aufwand verbesserten klassischen Methoden dastehen werden.

Bei der Ionentherapie können die neuen, sehr viel dichteren Strahlpakete es ermöglichen, die wesentlich intensiveren kollektiven Felder auszunutzen und so auch die Größe der Strahlführungssysteme und Strahlfänger deutlich zu redu-

zieren. Viele Methoden zur Dosimetrie oder Online-Bestrahlungsüberwachung müssen hierfür neu entwickelt werden. Bei allen Überlegungen ist die enge Rückkopplung zwischen Physikern und Mediziner essenziell. Die neuesten Ergebnisse zur Protonen- und Kohlenstofftherapie wurden verglichen und z. B. neue Ergebnisse zu Krebs-Stammzellen vorgetragen und Untersuchungen der relativen biologischen Wirksamkeit diskutiert.

Die Teilnehmer haben sich enthusiastisch über den Verlauf des Seminars mit vielen Diskussionen geäußert; im nächsten Jahr wollen wir uns mit etwas anderer Ausrichtung wiedertreffen.

Wir danken der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung für die großzügige Unterstützung dieses Seminars.

Dietrich Habs und Michael Molls

Quantum Simulators

443. WE-Heraeus-Seminar

Schon 1982 wurde von Richard Feynman erkannt, dass die Beschreibung großer Quantensysteme mehr Daten erfordert als klassische Computer verarbeiten können, da für jedes Teilchen, welches man zu solch einem System hinzufügt, sich die Menge dieser Daten mehr als verdoppelt. Diese Komplexität von Quantensystemen motiviert das Konzept eines Quantensimulators. Darunter versteht man ein „künstlich“ erzeugtes Quantensystem, das im Labor gut kontrolliert und gemessen werden kann, dessen Verhalten aber die Physik anderer Systeme simuliert, die sich im Experiment nicht gut direkt studieren lassen. In der aktuellen Forschung wird intensiv an der Entwicklung von verschiedenartigen Quantensimulatoren gearbeitet, die vorwiegend auf quantenoptischen Systemen basieren.

Von 12. bis 15. Oktober trafen sich 71 Wissenschaftler im Physikzentrum Bad Honnef anlässlich dieses Seminars mit dem Ziel, einen Überblick über den aktu-

ellen Stand der Forschung zu Quantensimulatoren zu geben. Um den Teilnehmern die experimentellen Implementierungen nahe zu bringen, an denen sie selbst nicht direkt arbeiten, wurden einführende Tutorien zu einigen besonders erfolgreichen Zugängen angeboten. Wichtige Themen dabei waren zum einen ultrakalte Atome in optischen Gittern, in denen bereits der Quantenphasenübergang zwischen Superfluid und Mott-Isolator sowie das Tonks-Girardeau-Gas beobachtet wurden. Des Weiteren wurden Ionenfallen diskutiert, in denen sich erste Schritte zur Realisierung von Quantenmagneten und strukturelle Phasenübergänge in Ionenkristallen experimentell studieren lassen. Auch die Bewegung eines freien Teilchens, bestimmt durch die Dirac-Gleichung, wurde mit gespeicherten Ionen simuliert und erstmalig die von Schrödinger vorhergesagte Zitterbewegung experimentell beobachtet. Einige Vorträge stellten auch den noch etwas jüngeren Zugang zur Simulation von stark korrelierten Systemen mit Polaritonen vor.

Bei Bose-Einstein-Kondensaten präsentierten mehrere Vorträge die spannenden Perspektiven zur Simulation magnetischer Felder und des Quanten-Hall-Regimes in rotierenden Kondensaten oder mittels geometrischer Phasen. Die Teilnehmer waren sich einig, dass Quantensimulationen zur selben Physik in verschiedenen experimentellen Systemen realisiert werden sollten, um verlässliche Resultate zu liefern. Dadurch treten die derzeit verfolgten Ansätze nicht in Konkurrenz zueinander, sondern ergänzen sich. Bemerkenswerte Resonanz unter den Teilnehmern fanden die vorgestellten Poster. Diejenigen von Sören Götze (Universität Hamburg), Matthias Heinrich (Universität Hamburg) und Roman Schmied (MPQ Garching) erhielten eine besondere Auszeichnung. Im Anschluss an den Workshop hatten die Teilnehmer die Möglichkeit, die Ionenfallen-Experimente der Universität Siegen zu besichtigen.

Michael Hartmann

Prof. Dr. Dietrich Habs, Department für Physik der LMU München; Prof. Dr. Michael Molls, Klinikum rechts der Isar TU München

Dr. Michael Hartmann, Technische Universität München, Physik Department I / T34, Garching