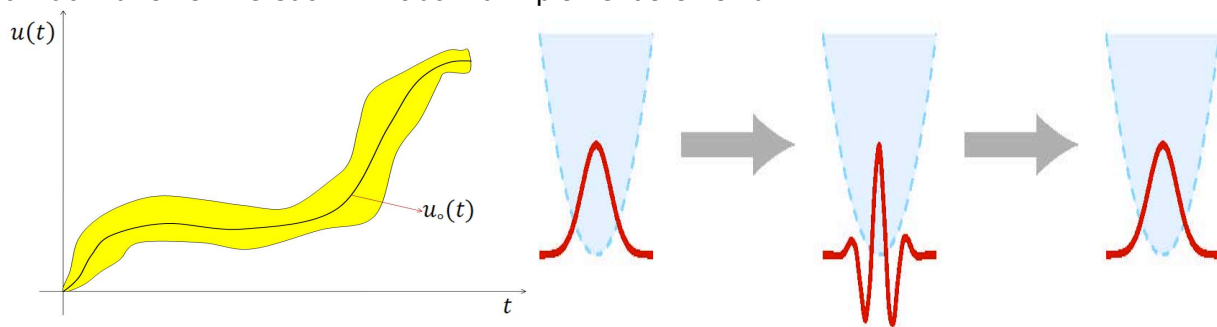


Diplom-/Masterarbeit Mathematik/Physik

Thema: „Robustheit suboptimaler Steuerungen mit Anwendungen in der Quanteninformationsverarbeitung“

Einordnung / Hintergrund: Die Entwicklung von funktionellen Quantenrechnern erfordert die Möglichkeit einer sehr präzisen Kontrolle der Quantendynamik unterhalb einer bestimmten Fehlertoleranz-Schwelle von wenigen Promille. Für eine tatsächliche Realisierung des Quantenrechners müssen jedoch noch zahlreiche Hürden überwunden werden, denn in Laboraufbauten ist nur eine unvollkommene, fehlerbehaftete Umsetzung theoretischer Konzepte möglich. Die Kontrolltheorie (optimale Steuerung) liefert eine Reihe von sowohl analytischen als auch numerischen Methoden, um (quasi) optimale Steuerungen $u(t)$ (siehe linke Abbildung) zu bestimmen, die ein gewünschtes Verhalten erzielen. Es gibt zwei wichtige und anspruchsvolle Fragestellungen, die eine wesentliche Weiterentwicklung sowie für technologische Anwendungen der Quantenphysik liefern würden: erstens, die Robustheit einer optimalen Steuerung (d.h., die Bestimmung der gelben Fläche in der linken Abbildung); zweitens, die Suche nach Steuerungen, die sowohl eine bestimmte Fehlertoleranz-Schwelle erfüllen als auch *einfach* für einen Versuch im Labor zu implementieren sind.



Aufgabe: Die/der Kandidatin/Kandidat wird die Robustheit des Transports eines Ions innerhalb einer Mikrofalle untersuchen (siehe rechte Abbildung, wobei im blau das Potential der Falle dargestellt ist). Da der Zustand des Ions (rote Kurven in der rechten Abbildung) die Schrödinger-Gleichung erfüllt, wird das Kontrollproblem durch eine parabolische Randwertaufgabe modelliert, dessen optimale Steuerung bereits erfunden worden ist [siehe die Veröffentlichung: Murphy *et al.*, Phys. Rev. A 79, 020301 (2009)].

Voraussetzungen: Dies ist eine interdisziplinäre Arbeit zwischen Mathematik und Physik. Interesse an einer solchen Kooperation sollte vorhanden sein. Grundkenntnisse der mathematischen Optimierung, der Theorie der numerischen partiellen Differentialgleichungen sowie Programmierkenntnisse werden erwartet.

Betreuer:

Prof. Dr. Karsten Urban (Institut für Numerische Mathematik);
Dr. Antonio Negretti, Prof. Dr. Tommaso Calarco (Inst. für Quanteninformationsverarbeitung).

Kontakt: Prof. Dr. Karsten Urban, Tel. -23535, karsten.urban@uni-ulm.de