

# Hauptseminar SoSe 2024

## „Ausgewählte Themen der Quanteninformatik“ Frank Leymann / Alexander Mandl

**Zeiten:** Vorbesprechung: 10.04.2024, 11:00 – 12:00  
Blockveranstaltung 03.-05.06.2024, 15:00 - 18:00

**Ort:** TPL Universitätsstr. 38

**Sprache:** Deutsch

**Kontakt:** Prof. Dr. Dr. h.c. Frank Leymann (Dozent)  
Dipl.-Ing. Alexander Mandl (**Ansprechpartner** & Dozent)  
(alexander.mandl@iaas.uni-stuttgart.de)

### **Ziel des Hauptseminars:**

Ziel der Veranstaltung ist das tiefere Verständnis von Anwendungen auf Quantencomputern. Hierzu wird die Vorlesungen „Grundlagen der Quanteninformatik“ vorausgesetzt und vertieft. Ausgewählte neuere Algorithmen werden untersucht. Die grundlegende Struktur und Anwendbarkeit variationeller Algorithmen wird diskutiert. Die Rolle von Verschränkung für mögliche Quanten-Überlegenheit wird geklärt.

### **Ablauf:**

Im Zuge des Hauptseminars wird zum ausgewählten Thema bzw. zu ausgewählten Arbeiten eine Ausarbeitung verfasst. Diese Ausarbeitung wird im Zuge des Hauptseminars präsentiert. Weitere Informationen zum Ablauf finden Sie unter:

[https://www.iaas.uni-stuttgart.de/lehre/vorlesungen/2024\\_ss/hs\\_qi/](https://www.iaas.uni-stuttgart.de/lehre/vorlesungen/2024_ss/hs_qi/)

### **Inhalt/mögliche Themen:**

- HHL (detaillierte Analyse)
- Circuit Cutting
- Principle Component Projection
- Lösung nicht-linearer Differentialgleichungen
- Struktur Variationeller Algorithmen
- Warmstarting
- Quantum No-Free-Lunch
- Entdecken von Quantenvorteilen
- Hybride Quanten-klassische Algorithmen

## Literatur:

### HHL (detaillierte Analyse)

- Step-by-Step HHL Algorithm Walkthrough to Enhance the Understanding of Critical Quantum Computing Concepts (arXiv:2108.09004v2)

### Lösung nicht-linearer Differentialgleichungen

- A QUANTUM ALGORITHM TO SOLVE NONLINEAR DIFFERENTIAL EQUATIONS (arXiv:0812.4423v1)

### Principle Component Projection

- Principal Component Projection Without Principal Component Analysis (arXiv:1602.06872v2)

### Struktur Variationeller Algorithmen

- Variational Quantum Algorithms (arXiv:2012.09265v1)
- Barren plateaus in quantum neural network training landscapes (arXiv:1803.11173v1)
- Effect of barren plateaus on gradient-free optimization (arXiv:2011.12245v1)
- Cost Function Dependent Barren Plateaus in Shallow Parametrized Quantum Circuits (arXiv:2001.00550v3)
- The theory of variational hybrid quantum-classical algorithms (New J. Phys. 18 (2016) 023023)
- A Grand Unification of Quantum Algorithms (arXiv:2105.02859v2)
- Quantum singular value transformation and beyond: exponential improvements for quantum matrix arithmetics (arXiv:1806.01838v1)

### Warm Starting

- Warm-starting quantum optimization (arXiv:2009.10095v2)

### Quantum No-Free-Lunch

- Reformulation of the No-Free-Lunch Theorem for Entangled Data Sets (arXiv:2007.04900v2)

### Entdecken von Quantenvorteilen

- To quantum or not to quantum: towards algorithm selection in near-term quantum optimization (arXiv:2001.08271v2)
- From Digital Humanities to Quantum Humanities: Potentials and Applications (arXiv:2103.11825)

### Hybride Anwendungen

- Hybrid Quantum Applications Need Two Orchestrations in Superposition: A Software Architecture Perspective (arXiv:1904.00102v2)

### Circuit Cutting

- Simulating Large Quantum Circuits on a Small Quantum Computer (arXiv:2103.04320)

### *Hintergrund*

- Unique Games with Entangled Provers are Easy (arXiv:0710.0655v3)
- Some Optimal Inapproximability Results (Journal of the ACM, Volume 48, Issue 4, July 2001, pp 798–859)