

# Graphen- und gruppentheoretische Beschreibung von Quantenalgorithmen

Lennart Binkowski

## Abstract

Quantenalgorithmen-Design ist eine aufstrebende Teildisziplin der Quantentheorie. Die Aussicht auf zeitnahe Anwendung von Quantenalgorithmen auf immer leistungsfähigeren Quantencomputern, um Simulationen von Quantensystemen zu berechnen und „klassische“ industrienaher Probleme effizienter lösen zu können, hat Interesse aus allerlei Richtungen geweckt. Diesem großen, zumeist anwendungsorientierten Einzugsgebiet ist es jedoch auch geschuldet, dass gründliche Strukturanalysen häufig ausbleiben.

Wir liefern eine grundlegende Beschreibung von Problemmodellierung mittels Quantencomputern. Ein besonderer Fokus wird dabei auf beschränkte kombinatorische Optimierungsprobleme vom „Job Shop“-Typ gelegt. Deren Zulässigkeitsstrukturen beschreiben wir zunächst gruppentheoretisch. Die Einführung des sogenannten Beschränkungsgraphen erlaubt zudem eine graphentheoretische Perspektive auf diese Optimierungsprobleme. Ferner untersuchen wir die prominente Klasse der „Quantum Alternating Operator Ansatz“-Algorithmen (QAOA), die häufig die erste Wahl sind, um beschränkte Optimierungsprobleme auf einem Quantencomputer zu behandeln. Wir charakterisieren für Job Shop-Probleme anhand ihrer Zulässigkeitsstrukturen, ob sich QAOA-Methoden für deren Behandlung eignen oder nicht.

## Hilfreiche Literatur

- [FGG14] E. Farhi, J. Goldstone und S. Gutmann. *A Quantum Approximate Optimization Algorithm*. 2014. arXiv: 1411.4028.
- [Had+19] S. Hadfield u. a. „From the Quantum Approximate Optimization Algorithm to a Quantum Alternating Operator Ansatz“. In: *Algorithms* 12.2 (2019), S. 34.
- [Lei77] F. T. Leighton. „A Graph Coloring Algorithm for Large Scheduling Problems“. In: *J. Res. Natl. Bur. Stand.* 84.6 (1977), S. 489–506.
- [RBW06] F. Rossi, P. van Beek und T. Walsh. *Handbook of Constraint Programming*. Elsevier Science Inc., 2006.