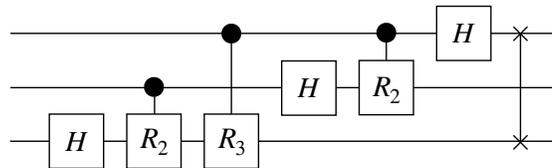


**Quantencomputing und Quantensimulation**  
**Wintersemester 2023/24 - Übungsblatt 5**

Ausgabe: 24.11.2023, Abgabe: 01.12.2023, Übung: 04.12.2023

**Aufgabe 13: Quanten-Fouriertransformation (schriftlich (6 Punkte) und mündlich)**

Betrachten Sie folgenden Schaltkreis, welcher eine Quanten-Fouriertransformation für drei Qubits realisiert:



a) (2 Punkte) Berechnen Sie die Matrix, die der abgebildeten Schaltung entspricht. Drücken Sie die Matrix-Einträge durch Potenzen von  $\omega = e^{2\pi i/8} = \sqrt{i}$  aus und geben Sie die Basis an, in der Sie die Matrix darstellen.

b) (2 Punkte) Wie lässt sich das kontrollierte  $R_k$ -Gatter durch 1-Qubit-Gatter und CNOT-Gatter ausdrücken?

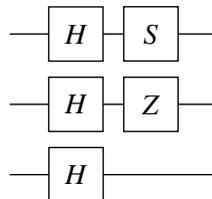
*Hinweis: Benutzen Sie das Ergebnis aus Aufgabe 7 b).*

c) (2 Punkte) Geben Sie den Schaltkreis zur inversen Quanten-Fouriertransformation dreier Qubits an.

d) (mündlich) Gegeben sei der Zustand

$$|\varphi\rangle = \frac{1}{\sqrt{8}} (|000\rangle + i|001\rangle - |010\rangle - i|011\rangle + |100\rangle + i|101\rangle - |110\rangle - i|111\rangle).$$

Zeigen Sie, dass sich dieser Zustand durch unten abgebildeten Schaltkreis erzeugen lässt.



e) (mündlich) Berechnen Sie die inverse Quanten-Fouriertransformation des Zustands  $|\varphi\rangle$  aus Aufgabe d) auf dem [IBM Quantencomputer](#). Simulieren Sie zunächst Ihren Schaltkreis, um eine Antwort zu erhalten, und berechnen Sie dann die Inverse auf einem tatsächlichen Quantencomputer. Was fällt Ihnen dabei auf?