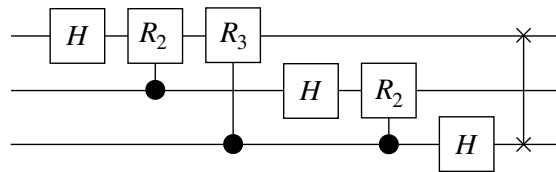


**Quantencomputing und Quantensimulation**  
**Sommersemester 2020 - Übungsblatt 5**

Ausgabe: 22.05.2020, Abgabe: 29.05.2020, Übungen: 02./04.06.2020

**Aufgabe 13: Quanten-Fouriertransformation (8 Punkte)**

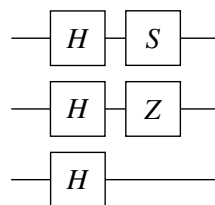
Betrachten Sie folgenden Schaltkreis, welcher eine Quanten-Fouriertransformation für drei Qubits realisiert:



- (2 Punkt) 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.
- (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).*
- (1 Punkt) Geben Sie den Schaltkreis zur Inversen Quanten-Fouriertransformation dreier Qubits an.
- (1 Punkt) 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.



- (2 Punkte) 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?