

**Quantencomputing und Quantensimulation**  
**Sommersemester 2020 - Übungsblatt 8**

Ausgabe: 12.06.2020, Abgabe: 19.06.2020, Übungen: 23./25.06.2020

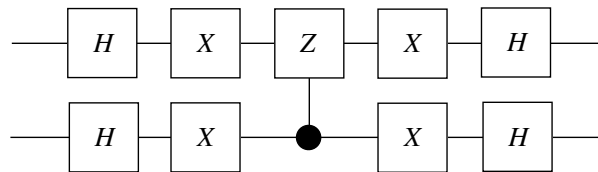
**Aufgabe 20: Grover-Algorithmus (5 Punkte)**

Eine Iteration des Grover-Algorithmus  $U = U_s U_f$  besteht aus dem Aufruf eines Orakels  $U_a$  und einer Spiegelung  $U_s$  um den Zustand  $|s\rangle = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{k=0}^{N-1} |k\rangle$  mit  $N$  als der Größe der Datenbank.

Betrachten Sie eine Datenbank der Größe  $N = 2$ , bei der der gesuchte Zustand  $|x_a\rangle$  durch  $|x_a\rangle = |00\rangle$  gegeben sei. In diesem Fall reicht eine Iteration des Algorithmus um den gesuchten Zustand zu erhalten.

a) (1 Punkt) Skizzieren Sie einen Schaltkreis zur Implementierung des Orakels  $U_a = \mathbb{1} - 2|x_a\rangle\langle x_a|$ .

b) (2 Punkte) Zeigen Sie, dass der unten abgebildete Schaltkreis für  $U_s = 2|++\rangle\langle ++| - \mathbb{1}$  tatsächlich eine Spiegelung um  $|s\rangle = |++\rangle$  beschreibt. Überlegen Sie sich dazu, wie  $U_s$  auf die Basiszustände in der  $|\pm\rangle$ -Basis mit  $|\pm\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle \pm |1\rangle)$  wirkt und vergleichen Sie die Ergebnisse mit dem abgebildeten Schaltkreis.



c) (2 Punkte) Skizzieren Sie den Schaltkreis für den Grover-Algorithmus für eine Iteration. Berechnen Sie die Zustände nach dem Orakel und am Ende des Schaltkreises.

**Aufgabe 21: Implementierung des Grover-Algorithmus (5 Punkte)**

Betrachten Sie den abgebildeten Schaltkreis zur Implementierung eines Orakels  $U_f$  für 3 Qubits. Skizzieren Sie einen Schaltkreis durch den die gesuchten Zustände gefunden werden. Wie viele Iterationen des Grover-Algorithmus werden benötigt. Welche Zustände werden durch das Orakel markiert?

*Hinweis: 1 Punkt wird für die Lösung der Aufgabe auf einem realen Quantencomputer mithilfe des IBM Quantencomputers vergeben.*

