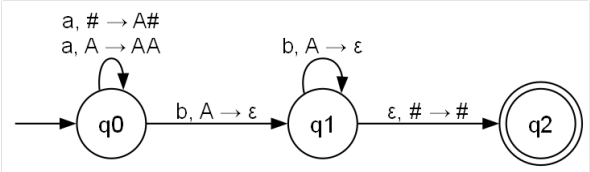
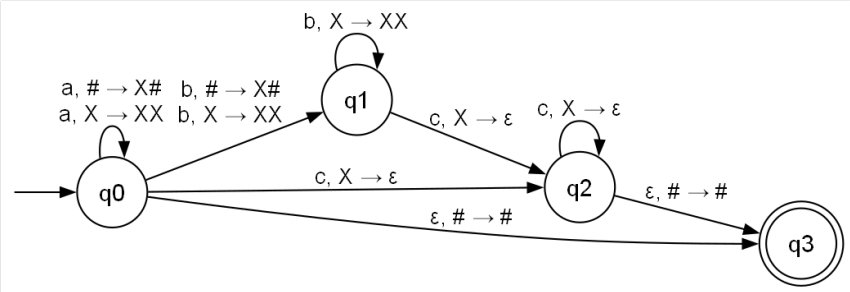
1. (4 Punkte) Der Kellerautomat akzeptiert die Sprache $L = \{a^n b^n \mid n \geq 1\}$.



   (a) Gib die Abarbeitung des Wortes *aaabbb* als Folge von Konfigurationen (Zustand, Restwort, Keller) an.

   (b) Was passiert bei der Eingabe *aab*?

2. (5 Punkte) Gegeben ist der folgende Kellerautomat über $\Sigma = \{a, b, c\}$:

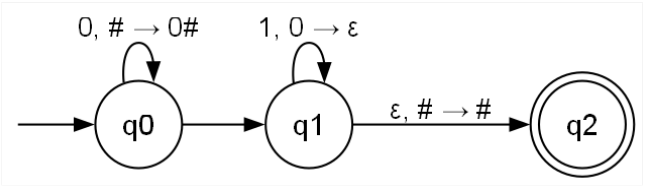


(a) Gib die Abarbeitung des Wortes *abcc* an.

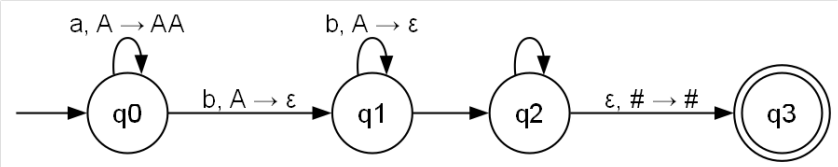
(b) Welche der Wörter *acc*, *bc*, *aabccc*, *abc*, *bbcc*, *cab* werden akzeptiert?

(c) Beschreibe die Sprache des Automaten in Mengenschreibweise.

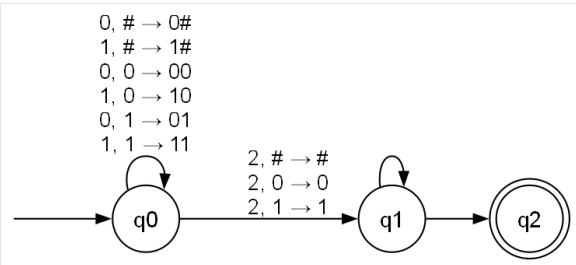
3. (3 Punkte) Die Abbildung zeigt einen Kellerautomaten für die Sprache $L = \{0^n 1^n \mid n \geq 1\}$ über $\Sigma = \{0, 1\}$. Es fehlen genau zwei Übergänge. Ergänze die fehlenden Übergänge.



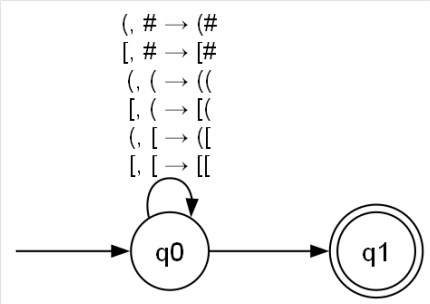
4. (3 Punkte) Die Abbildung zeigt einen Kellerautomaten für die Sprache $L = \{a^n b^m \mid m > n,\ n \geq 1\}$ über $\Sigma = \{a, b\}$. Es fehlen genau drei Übergänge. Ergänze die fehlenden Übergänge.



5. (4 Punkte) Die Abbildung zeigt einen Kellerautomaten für die Sprache $L = \{w2w^R \mid w \in \{0,1\}^*\}$ über $\Sigma = \{0, 1, 2\}$. Es fehlen genau drei Übergänge. Ergänze die fehlenden Übergänge. Hinweis: w^R ist das umgedrehte Wort w, z.B. $011\,2\,110 \in L$.



6. (4 Punkte) Die Abbildung zeigt einen Kellerautomaten für die korrekt geklammerten Wörter über $\Sigma = \{(,), [,]\}$. Beispiele in der Sprache: (), ([]), [()[]]. Nicht in der Sprache: (], ([)], ((). Es fehlen genau drei Übergänge. Ergänze die fehlenden Übergänge.



7. (3 Punkte) Entwirf einen Kellerautomaten für die Sprache $L = \{a^n b^{2n} \mid n \geq 1\}$.

8. (5 Punkte) Gegeben ist die Sprache $L = \{a^n b^m c^m d^n \mid n, m \geq 1\}$.
   (a) Entwirf einen Kellerautomaten für L.
   (b) Gib eine kontextfreie Grammatik für L an.

9. (4 Punkte) Gegeben ist die Grammatik mit Startsymbol S und den Regeln $S \to aSb \mid c$.
   (a) Konstruiere wie im Notebook einen Kellerautomaten, der die Linksableitungen im Keller nachspielt.
   (b) Gib die Abarbeitung des Wortes acb an.

10. (4 Punkte) (a) Wann heißt ein Kellerautomat deterministisch?

    (b) Für $\{w2w^R \mid w \in \{0,1\}^*\}$ gibt es einen deterministischen Kellerautomaten, für $\{ww^R \mid w \in \{0,1\}^*\}$ nicht. Erkläre den Unterschied anschaulich.

    (c) Bei endlichen Automaten können NEAs nicht mehr Sprachen erkennen als DEAs. Gilt das auch für Kellerautomaten?

11. (5 Punkte) (a) Erkläre anschaulich, warum kein Kellerautomat die Sprache $\{a^n b^n c^n \mid n \geq 1\}$ erkennt.

    (b) Gib kontextfreie Grammatiken für $L_1 = \{a^n b^n c^m \mid n, m \geq 0\}$ und $L_2 = \{a^m b^n c^n \mid n, m \geq 0\}$ an. Welche Sprache ist $L_1 \cap L_2$?

    (c) Was folgt aus b) für den Durchschnitt kontextfreier Sprachen?

12. (4 Punkte) Schreibe eine Funktion `klammern_ok(s)`, die mit einer Liste als Keller prüft, ob in einem String die Klammern `()`, `[]` und `{}` korrekt gesetzt sind. Andere Zeichen werden überlesen. Beispiele: `print([x*(y+1) for x in {1,2}])` ist korrekt, `f(a[1)]` und `(()` nicht.