



1. (10 Punkte) Entwerfen Sie eine einfache Turingmaschine ${}_{ab}T_{ccd}$, die folgendes “Ein- Ausgabeverhalten” zeigt: Zu Beginn enthält das Band den String w , die Maschine ist im Zustand q und der Lese/Schreib-Kopf befindet sich auf dem linken Buchstaben von w . Falls sich w schreiben lässt als $w = xaby$ mit $x, y \in \Sigma^*$, dann soll der gesamte Bandinhalt durch $xccdy$ ersetzt werden, die Maschine soll dann im Zustand q' sein und der Lese/Schreib-Kopf wieder über der linken beschriebenen Bandzelle. Es soll also im String w der Teilstring ab durch den Teilstring ccd ersetzt werden. Sollte ab in w nicht enthalten sein, dann darf die Maschine alles machen, nur nicht den Zustand q' erreichen können.
Geben Sie eine genaue Spezifikation für so eine Maschine ${}_{ab}T_{ccd}$ und erklären Sie ihre Wirkungsweise. Für das Bandalphabet dürfen Sie annehmen $\Gamma = \{a, b, c, d, \#\}$.
2. (20 Punkte) Ein 2NKA ist ein Automat, der wie ein NKA funktioniert, der aber statt eines Kellers zwei voneinander unabhängige Keller zur Verfügung hat. Welche Regel also anwendbar ist, hängt vom Zustand, vom nächsten Eingabesymbol und von den beiden obersten Kellersymbolen ab. Der dann ausgeführte Rechenschritt ändert den Zustand, ändert die Spitzen der beiden Keller und konsumiert möglicherweise ein Eingabesymbol.
 - (a) Geben Sie eine genaue, formale Definition des Konzeptes 2NKA an. Definieren Sie dafür auch die Begriffe *Konfigurationsraum*, *Rechenschrittrelation*, *Akzeptanz einer Eingabe*, *2NKA-Sprache*.
 - (b) Zeigen Sie, dass es eine 2NKA-Sprachen gibt, die nicht NKA-Sprache ist.
 - (c) Positionieren Sie die 2NKA-Sprachen in der Sprachklassenhierarchie, die wir bis jetzt in der Vorlesung behandelt haben. Begründen Sie Ihre Antwort.