

1. **(20 Punkte)** Es sei $\Sigma = \{a, b, c, d\}$. Entwerfen Sie eine einfache Turingmaschine ${}_{cd}T_{bba}$, die folgendes “Ein-/Ausgabeverhalten” zeigt: Zu Beginn enthält das Band den String $w \in \Sigma^*$, 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 $w = xcdy$ mit $x, y \in \Sigma^*$, dann soll der gesamte Bandinhalt durch $xbbay$ 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 irgendein eventuell vorkommender Teilstring cd durch den Teilstring bba ersetzt werden. Sollte cd 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 ${}_{cd}T_{bba}$ und erklären Sie ihre Wirkungsweise. Für das Bandalphabet dürfen Sie annehmen $\Gamma = \Sigma \cup \{\#\}$, wobei $\#$ das Leerzeichen darstellt.

2. **(10 Punkte)** Entwerfen Sie eine deterministische k -Band Turingmaschine P , die erkennt, ob der Eingabestring die Form $a^n b^n c^n$ hat, mit $n \in \mathbb{N}$.

Geben Sie zuerst Ihre Idee der Vorgehensweise der Maschine verbal an. Geben Sie eine genaue Spezifikation für so eine Maschine P . Erklären Sie ihre Wirkungsweise (z.B. durch Annotieren von Zuständen mit Invarianten und anderen Erklärungen). Eine graphische Darstellung der Übergangsregeln ist zulässig, wenn Sie sie vorher genau spezifizieren.

3. **(15 Punkte)** Geben Sie ein Programm für eine einfache 2-Register-Maschine an, das folgendes Verhalten zeigt. Register x_1 enthält am Anfang der Berechnung eine Zahl $a > 0$. Register x_2 enthält die Zahl 0. Am Ende der Berechnung sollen die beiden Register wieder die gleichen Zahlen enthalten. Allerdings soll die Berechnung im Fall, dass a durch 5 teilbar ist, bei der Marke HALTJA enden und sonst bei dem Label HALTNEIN.

Skizzieren Sie zuerst die Idee Ihres Programms.

Argumentieren Sie, warum Ihr Programm korrekt ist.