

**BLATT 0**  
(24.4.2023)

**Aufgabe 1.** Zeigen Sie: Eine Kopierturingmaschine

$$(s_0, x_1, s_0, q_0) \mapsto (s_0, x_1, s_0x_1, s_0, q_f)$$

kann auch unter Verwendung des kleinen Alphabets  $\mathbb{A} = \{s_0, 1\}$  geschrieben werden. Statt Zwei kann man  $s_0$  schreiben lassen, oder man kann nur statt der linkensten Zwei eine  $s_0$  schreiben lassen, wenn man geeignet immer einen Schritt vorwärts checken lässt, ob noch ein Teil von  $x_1$  da ist.

**Aufgabe 2.** Es sei  $\mathbb{A}$  ein festes endliches Alphabet.  $\mathbb{A}^*$  ist die Menge der Wörter über  $\mathbb{A}$ .

Ist die Menge der Turing-berechenbaren Funktionen  $f: \mathbb{A}^* \rightarrow \mathbb{A}^*$  gegen Hintereinanderschaltung abgeschlossen?

- gegen primitive Rekursion?
- gegen  $\mu$ -Rekursion?

**Aufgabe 3.** Sind die zweistelligen Operationen  $+$  und  $\cdot$  über den natürlichen Zahlen primitiv rekursiv?