

BLATT 12
(13.01.2026)

Aufgabe 1 (4 Punkte).

Es sei $M = (Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, q_{ak}, q_{ab})$ die Turingmaschine gegeben durch:

- $Q = \{q_0, q_1, q_{ak}, q_{ab}\}$, in der Reihenfolge q_0, q_1, q_2, q_3 wie in der Menge aufgelistet,
- $\Sigma = \{1\}$,
- $\Gamma = \{b, 1\}$, in der Reihenfolge x_0, x_1 ,
- $\delta(q_0, 1) = (q_1, 1, R)$, $\delta(q_0, b) = (q_{ak}, b, R)$, $\delta(q_1, 1) = (q_0, 1, R)$, $\delta(q_1, b) = (q_{ab}, b, L)$. Die Zeilen der Tafel sind in dieser Reihenfolge gedacht.

Bestimmen Sie eine/die Gödelnummer $\#M$ von M .

Aufgabe 2 (4 Punkte). Sei $A = \{(,)\}$ das Alphabet, welches aus der öffnenden und schließenden Klammer besteht. Zeigen Sie, dass es eine Turingmaschine gibt, die für eine beliebige Eingabe prüft, ob es sich um eine gültige Klammerung handelt (und in diesem Fall im Akzeptierungszustand sonst aber im Ablehnungszustand hält).

Es genügt, wenn Sie ein Flussdiagramm für die Turingmaschine angeben, welches mit Kommentaren ergänzt ist, damit die Funktionsweise der Turingmaschine leichter erkennbar ist.

Anmerkung: Eine Klammerung ist ein Wort, welches aus den Zeichen aus A besteht. Eine Klammerung heißt gültig, wenn es insgesamt gleich viele öffnende und schließende Klammern gibt und zu keinem Zeitpunkt, wenn man das Wort von links nach rechts durchgeht, mehr schließende als öffnende Klammern vorkamen. Beispielsweise ist $((())((()))$ eine gültige Klammerung, aber die Ausdrücke $((()())$ und $()))(($ sind keine gültigen Klammerungen.

Hinweis: Es ist erlaubt und möglicherweise einfacher, ein weiteres Zeichen zum Alphabet hinzuzufügen.

Aufgabe 3 (4 Punkte). Für eine partielle Funktion $f : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{N}$ mit Definitionsbereich D_1 und eine partielle Funktion $g : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{N}$ mit Definitionsbereich D_2 betrachten wir die Verkettung $g \circ f$.

- Bestimmen Sie den Definitionsbereich der Verkettung.
- Zeigen Sie: Wenn f und g Turing-berechenbar sind, ist es auch die Verkettung $g \circ f$. Beschreiben Sie dazu, wie eine Turingmaschine zur Berechnung von $g \circ f$ aus Turingmaschinen, die f bzw. g berechnen, entsteht.

Aufgabe 4 (4 Punkte).

Ist das diagonale Halteproblem

$$DH = \{(\#M, \#M) \in \Sigma_U^* : M \text{ ist eine TM und } M \text{ akzeptiert } \#M\}.$$

entscheidbar?

Online Abgaben werden nur in PDF-Form bewertet.

Abgabe per Ilias oder in den (richtigen) Übungsaufgaben-Briefkasten in der Technischen Fakultät mit Namen und Nummer der Übungsgruppe bis Donnerstag, den 22.01.2026, 10 Uhr.