Name: .... **Matr.-Nr.:** ....

Multiple-Choice-Test zu Berechenbarkeit und Komplexität (A) TU Berlin, 26.11.2018

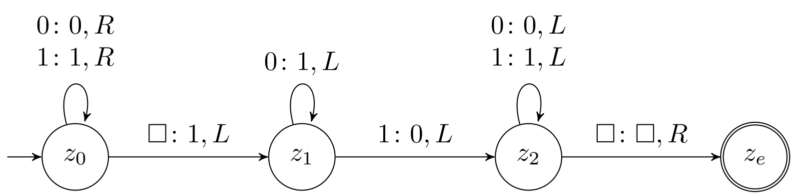
(Niedermeier/Bentert/Zschoche, Wintersemester 2018/2019)

Arbeitszeit: 20 Minuten, Gesamtpunktzahl: 25

Hinweis: Je Aufgabe ist **mindestens** eine Antwortmöglichkeit korrekt.
Sobald eine **falsche** Antwortmöglichkeit angekreuzt wurde, gibt es **Null** Punkte für die betroffene Aufgabe.

Aufgabe 1: Turing-Maschinen (6 Punkte)

Betrachten Sie die Turing-Maschine $M = (\{z_0, z_1, z_2, z_e\}, \{0,1\}, \{0,1,\square\}, \delta, z_0, \square, \{z_e\})$, wobei δ die folgende graphische Darstellung hat:



Welche der folgenden Aussagen sind korrekt?

Hinweis zur Notation: Im Folgenden steht „Eingabe“ für den Bandinhalt vor der Berechnung und „Ausgabe“ für den Bandinhalt nach der Berechnung. Der Lese/Schreibkopf steht zu Beginn der Berechnung auf dem ersten Zeichen der Eingabe.

- [X] Die gegebene Turing-Maschine berechnet bei Eingabe 10010 die Ausgabe 100011.
- [ ] Die gegebene Turing-Maschine akzeptiert die Eingabe 00.
- [ ] Die gegebene Turing-Maschine berechnet bei Eingabe 10010 die Ausgabe 10011.
- [ ] Die gegebene Turing-Maschine berechnet bei Eingabe x (in Binärzahldarstellung) die Ausgabe $x + 17$.
- [-] Die gegebene Turing-Maschine berechnet bei Eingabe x (in Binärzahldarstellung) die Ausgabe $2x - 1$.

Aufgabe 2: WHILE-Berechenbarkeit (4 Punkte)

Welche der folgenden Aussagen sind korrekt?

- [X] Jede LOOP-berechenbare Funktion ist auch WHILE-berechenbar.
- [ ] Jede WHILE-berechenbare Funktion ist auch LOOP-berechenbar.
- [X] Jede WHILE-berechenbare Funktion ist auch GOTO-berechenbar.
- [X] Jede WHILE-berechenbare Funktion ist auch Turing-berechenbar.
- [X] Jede Turing-berechenbare Funktion ist auch WHILE-berechenbar.
- [ ] Jede Funktion ist WHILE-berechenbar.

Aufgabe 3: **LOOP-Programme** (5 Punkte)

Betrachten Sie folgendes LOOP-Programm:

Input: Eine natürliche Zahl $n \geq 0$.

```
x2 := x2 + 1;
x3 := x3 + 1;
x0 = x0 + 0;
LOOP x1 DO
    x4 := x0 + 0;
    LOOP x2 DO
        LOOP x3 DO
            x4 := x4 + 1
        END
    END;
    x2 := x4 + 0;
    x3 := x3 + 1
END;
x0 := x2 + 0
```

Die „Eingabe“ ist in x_1 gespeichert, die „Ausgabe“ steht in x_0 und für alle $i \in \mathbb{N} \setminus \{1\}$ ist initial 0 in x_i gespeichert.

Welche Funktion berechnet das gegebene LOOP-Programm?

- [ ] n^2
- [ ] n^n
- [X] $n!$
- [ ] $3n + 4$

Aufgabe 4: **Berechenbare Funktionen** (4 Punkte)

Seien $f, g, h\colon \mathbb{N} \to \mathbb{N}$ drei partielle Funktionen, wobei f Turing-berechenbar sei und g **nicht** Turing-berechenbar sei. Welche der folgenden Aussagen sind korrekt?

- [X] Wenn $h(x) = g(f(x))$, dann kann h Turing-berechenbar sein.
- [ ] Wenn $h(x) = g(f(x))$, dann muss h Turing-berechenbar sein.
- [X] Wenn $g(x) = h(f(x))$, dann ist h nicht Turing-berechenbar.
- [ ] Wenn $g(x) = h(f(x))$, dann ist h Turing-berechenbar.

Aufgabe 5: **Turing-Maschinen** (6 Punkte)

Welche der folgenden Aussagen sind korrekt?

- [ ] Für jede partielle Funktion $f : \mathbb{N} \to \mathbb{N}$ gibt es höchstens eine Turing-Maschine, die diese berechnet.
- [ ] Für jede partielle Funktion $f : \mathbb{N} \to \mathbb{N}$ gibt es mindestens eine Turing-Maschine, die diese berechnet.
- [X] Wenn eine totale Funktion $f : \mathbb{N} \to \{0, 1\}$ Turing-berechenbar ist, dann ist die Funktion g mit $\forall x \in \mathbb{N}\colon g(x) = |f(x) - 1|$ auch Turing-berrechenbar.
- [X] Für jede Turing-berechenbare partielle Funktion $f : \mathbb{N} \to \mathbb{N}$ gibt es eine Turing-Maschine, die f berechnet und die keine Bandzellen links von der Startposition des Lese/Schreibkopfes benutzt.
- [ ] Jede Turing-berechenbare partielle Funktion $f : \mathbb{N} \to \mathbb{N}$ kann von einer Turing-Maschine akzeptiert werden, deren Lese/Schreibkopf sich in jedem Schritt nach rechts bewegt.