

## Theoretische Informatik

B. Nebel, A. Podelski, R. Bergdoll, D. Klumpp  
Sommersemester 2022

Universität Freiburg  
Institut für Informatik

### Übungsblatt 5

**Abgabe: 27. Mai 2022**

#### Aufgabe 5.1 (Entscheidungsalgorithmus, 3 Punkte)

Geben Sie einen Algorithmus zur Berechnung der folgenden Funktion an. Reduzieren Sie das Problem dazu auf eines der in der Vorlesung vorgestellten Probleme.

*Problem:* Abgeschlossenheit der Sprache eines regulären Ausdrucks unter Spiegelung  
**Eingabe:** ein regulärer Ausdruck  $x$  über einem Alphabet  $\Sigma$   
**Ausgabe:** *ja* wenn für alle  $w \in L(x)$  auch  $w^R \in L(x)$  und *nein* sonst

#### Aufgabe 5.2 (Pumping-Lemma; 3+3 Punkte)

Zeigen Sie mit Hilfe des Pumping-Lemmas, dass folgende Sprachen nicht regulär sind:

- (a)  $L_1 = \{a^{k!} \mid k \geq 0\}$ , wobei  $k! = k \cdot (k-1) \cdots 1 = \prod_{i=1}^k i$  die *Fakultät* von  $k$  ist
- (b)  $L_2 = \{a^k b^j \mid k \geq j \geq 0\}$

#### Aufgabe 5.3 (Kontextfreie Grammatik; 2+4 Punkte)

Wir betrachten die folgende Grammatik  $G$  mit Variablen  $V = \{S, X, Y\}$ , Alphabet  $\Sigma = \{a, b\}$ , Startsymbol  $S$  und den folgenden Produktionsregeln  $P$ :

$$\begin{aligned} S &\rightarrow XbX \\ X &\rightarrow XX \mid Y \mid \varepsilon \\ Y &\rightarrow aXb \mid bXa \mid b \end{aligned}$$

- (a) Beschreiben Sie die Sprache, die von  $G$  erzeugt wird in Worten.
- (b) Transformieren Sie die Grammatik mit dem in der Vorlesung angegebenen Verfahren in Chomsky-Normalform.

#### Aufgabe 5.4 (Ableitungen, 3 Punkte)

Überlegen Sie sich eine Typ-1-Grammatik  $G$  und ein Wort  $w \in L(G)$ , so dass eine Linksableitung, jedoch keine Rechtsableitung vom Startsymbol zu  $w$  existiert. Geben Sie eine entsprechende Linksableitung an und zeigen Sie, dass keine Rechtsableitung existiert.