

Theoretische Informatik

Prof. Dr. Peter Thiemann
Marius Weidner
Simon Dorer

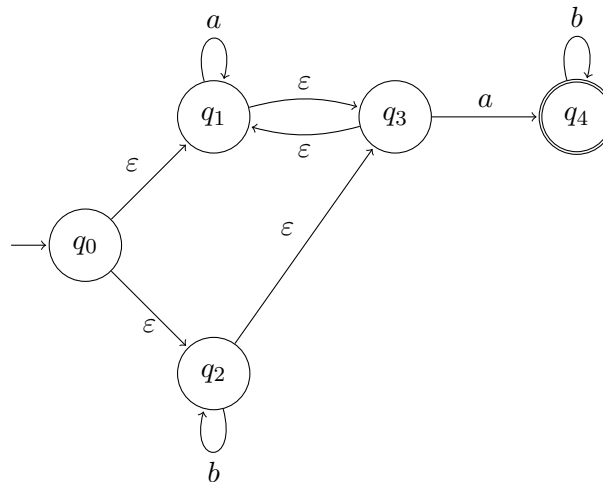
Universität Freiburg
Institut für Informatik
Sommersemester 2026

Übungsblatt 11

Abgabe: **Mittwoch, 15.07.2026, 08:00 Uhr**

Aufgabe 11.1 (ε -NEAs; 6 Punkte)

Gegeben sei folgender ε -NEA $\mathcal{B}$:



- (a) Geben Sie $\text{ec1}_{\mathcal{B}}(q)$ für alle Zustände q von $\mathcal{B}$ an.
- (b) Bestimmen Sie $\text{reach}_{\mathcal{B}}(q, w)$ für alle Zustände q und Wörter w von $\mathcal{B}$.
- (c) Welche Sprache akzeptiert $\mathcal{B}$? Definieren Sie $L(\mathcal{B})$ in Mengenschreibweise.
- (d) Geben Sie einen zu $\mathcal{B}$ äquivalenten NEA $\mathcal{N}$ an. Verwenden Sie dazu die Konstruktion aus der Vorlesung. Sie dürfen sich dabei aussuchen, ob Sie $\mathcal{N}$ als formales 5-Tupel oder als Zustandsdiagramm angeben.

Aufgabe 11.2 (Potenzmengenkonstruktion; 5 Punkte)

Wir betrachten folgende reguläre Sprache:

$$L = \{w \in \{a, b\}^* \mid w \text{ enthält ein Teilwort der Form } axb \text{ mit } x \in \{a, b\}^*\}.$$

- (a) Geben Sie einen NEA $\mathcal{N}$ an, der L akzeptiert. Verwenden Sie in ihrer Konstruktion Nichtdeterminismus.



- (b) Geben Sie einen zu $\mathcal{N}$ äquivalenten DEA $\mathcal{A}$ an. Verwenden Sie dazu *exakt* das Verfahren aus der Vorlesung (Potenzmengenkonstruktion). Geben Sie also auch insbesondere unerreichbare Zustände an.

Aufgabe 11.3 (Nicht-Regularität mit Abschlusseigenschaften; 2 Punkte)

Wir betrachten die Sprache

$$L_{\leq} = \{a^n b^m \mid n, m \in \mathbb{N} \text{ und } n \leq m\}.$$

Zeigen Sie mithilfe der Abschlusseigenschaften regulärer Sprachen unter Schnitt ($\cap$), Vereinigung ($\cup$), Differenz ($\setminus$), Komplement (c), Konkatenation und Kleene-Abschluss (*), dass $L_{\leq}$ nicht regulär ist. Sie dürfen dabei als gegeben annehmen, dass die Sprache

$$\{a^n b^n \mid n \in \mathbb{N}\}$$

nicht regulär ist.

Aufgabe 11.4 (Reguläre Grammatiken und reguläre Ausdrücke; 4 Punkte)

Betrachten Sie die reguläre Grammatik

$$G = (\{a, b\}, \{S, A, B, C\}, P, S)$$

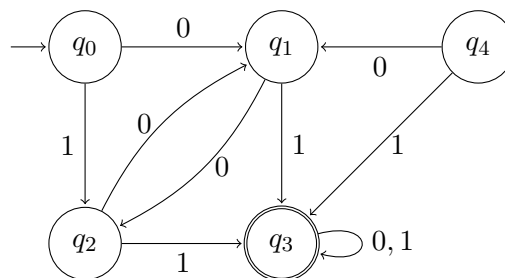
mit den Produktionen

$$\begin{aligned} S &\rightarrow bS \mid aA, \\ A &\rightarrow aA \mid bB, \\ B &\rightarrow bB \mid aC \mid \varepsilon, \\ C &\rightarrow aC \mid \varepsilon. \end{aligned}$$

- Beschreiben Sie die Sprache $L(G)$ in Worten und geben Sie $L(G)$ in Mengenschreibweise an.
- Geben Sie einen regulären Ausdruck r mit $L(r) = L(G)$ an. Begründen Sie kurz, warum Ihr regulärer Ausdruck korrekt ist.

Aufgabe 11.5 (Minimierung endlicher Automaten; 3 Punkte)

Gegeben sei der folgende DEA $\mathcal{A}$ über dem Alphabet $\Sigma = \{0, 1\}$:



Minimieren Sie $\mathcal{A}$ mit dem Verfahren aus der Vorlesung. Gehen Sie dabei wie folgt vor:

- Entfernen Sie zunächst alle unerreichbaren Zustände.



- (b) Bestimmen Sie die Äquivalenzklassen der verbleibenden Zustände mit Algorithmus 1 aus Blatt 02. Geben Sie dabei die Markierungstabelle an und markieren Sie jedes nicht-äquivalente Zustandspaar mit einem Symbol $a \in \Sigma$, das die Nicht-Äquivalenz nachweist.
- (c) Geben Sie den minimalen DEA als Zustandsdiagramm an.

**Aufgabe 11.6** (Erfahrungen; Datei: NOTES.md)

Notieren Sie Ihre Erfahrungen mit diesem Übungsblatt (benötigter Zeitaufwand, Probleme, Bezug zur Vorlesung, Interessantes, etc.).

Editieren Sie hierzu die Datei `NOTES.md` im Abgabeordner dieses Übungsblattes auf unserer Webplattform. Halten Sie sich an das dort vorgegebene Format, da wir den Zeitbedarf automatisch statistisch auswerten. Die Zeitangabe `4.5 h` steht dabei für 4 Stunden und 30 Minuten.