

Formale Systeme: Repetitorium 1

Maximilian Marx

Wissensbasierte Systeme, TU Dresden

2017-12-14

Aufgabe S1)

Es sei $\Sigma_1 = \{a, b, c\}$ und $\Sigma_2 = \{0, 1\}$. Beschreiben Sie folgende Mengen verbal oder durch Aufzählung:

Aufgabe S1)

Es sei $\Sigma_1 = \{a, b, c\}$ und $\Sigma_2 = \{0, 1\}$. Beschreiben Sie folgende Mengen verbal oder durch Aufzählung:

Σ_1^* Menge aller Wörter über a, b, c :
 $\{\varepsilon, a, b, c, aa, ab, ac, ba, bb, bc, ca, cb, cc, aaa \dots\}$

Aufgabe S1)

Es sei $\Sigma_1 = \{a, b, c\}$ und $\Sigma_2 = \{0, 1\}$. Beschreiben Sie folgende Mengen verbal oder durch Aufzählung:

- Σ_1^* Menge aller Wörter über a, b, c :
 $\{\varepsilon, a, b, c, aa, ab, ac, ba, bb, bc, ca, cb, cc, aaa, \dots\}$
- Σ_1^+ Menge aller nicht-leeren Wörter über a, b, c :
 $\{a, b, c, aa, ab, ac, ba, bb, bc, ca, cb, cc, aaa, \dots\}$

Aufgabe S1)

Es sei $\Sigma_1 = \{a, b, c\}$ und $\Sigma_2 = \{0, 1\}$. Beschreiben Sie folgende Mengen verbal oder durch Aufzählung:

- Σ_1^* Menge aller Wörter über a, b, c :
 $\{\varepsilon, a, b, c, aa, ab, ac, ba, bb, bc, ca, cb, cc, aaa, \dots\}$
- Σ_1^+ Menge aller nicht-leeren Wörter über a, b, c :
 $\{a, b, c, aa, ab, ac, ba, bb, bc, ca, cb, cc, aaa, \dots\}$
- Σ_1^2 Menge aller Wörter über a, b, c mit Länge 2:
 $\{aa, ab, ac, ba, bb, bc, ca, cb, cc\}$

Aufgabe S1)

Es sei $\Sigma_1 = \{a, b, c\}$ und $\Sigma_2 = \{0, 1\}$. Beschreiben Sie folgende Mengen verbal oder durch Aufzählung:

Σ_1^* Menge aller Wörter über a, b, c :
 $\{\varepsilon, a, b, c, aa, ab, ac, ba, bb, bc, ca, cb, cc, aaa, \dots\}$

Σ_1^+ Menge aller nicht-leeren Wörter über a, b, c :
 $\{a, b, c, aa, ab, ac, ba, bb, bc, ca, cb, cc, aaa, \dots\}$

Σ_1^2 Menge aller Wörter über a, b, c mit Länge 2:
 $\{aa, ab, ac, ba, bb, bc, ca, cb, cc\}$

$\Sigma_1 \circ (\Sigma_1 \cup \Sigma_2)^*$ Menge aller Wörter über $a, b, c, 0, 1$, die mit a, b , oder c beginnen

Aufgabe S1)

Es sei $\Sigma_1 = \{a, b, c\}$ und $\Sigma_2 = \{0, 1\}$. Beschreiben Sie folgende Mengen verbal oder durch Aufzählung:

Σ_1^* Menge aller Wörter über a, b, c :
 $\{\varepsilon, a, b, c, aa, ab, ac, ba, bb, bc, ca, cb, cc, aaa, \dots\}$

Σ_1^+ Menge aller nicht-leeren Wörter über a, b, c :
 $\{a, b, c, aa, ab, ac, ba, bb, bc, ca, cb, cc, aaa, \dots\}$

Σ_1^2 Menge aller Wörter über a, b, c mit Länge 2:
 $\{aa, ab, ac, ba, bb, bc, ca, cb, cc\}$

$\Sigma_1 \circ (\Sigma_1 \cup \Sigma_2)^*$ Menge aller Wörter über $a, b, c, 0, 1$, die mit a, b , oder c beginnen

$\mathcal{P}(\Sigma_1)$ Menge aller Teilmengen von Σ_1 :
 $\{\emptyset, \{a\}, \{b\}, \{c\}, \{a, b\}, \{a, c\}, \{b, c\}, \{a, b, c\}\}$

Aufgabe S1)

Es sei $\Sigma_1 = \{a, b, c\}$ und $\Sigma_2 = \{0, 1\}$. Beschreiben Sie folgende Mengen verbal oder durch Aufzählung:

Σ_1^* Menge aller Wörter über a, b, c :
 $\{\varepsilon, a, b, c, aa, ab, ac, ba, bb, bc, ca, cb, cc, aaa, \dots\}$

Σ_1^+ Menge aller nicht-leeren Wörter über a, b, c :
 $\{a, b, c, aa, ab, ac, ba, bb, bc, ca, cb, cc, aaa, \dots\}$

Σ_1^2 Menge aller Wörter über a, b, c mit Länge 2:
 $\{aa, ab, ac, ba, bb, bc, ca, cb, cc\}$

$\Sigma_1 \circ (\Sigma_1 \cup \Sigma_2)^*$ Menge aller Wörter über $a, b, c, 0, 1$, die mit a, b , oder c beginnen

$\mathcal{P}(\Sigma_1)$ Menge aller Teilmengen von Σ_1 :
 $\{\emptyset, \{a\}, \{b\}, \{c\}, \{a, b\}, \{a, c\}, \{b, c\}, \{a, b, c\}\}$

$\mathcal{P}(\Sigma_1^*)$ Menge aller Teilmengen von Σ_1^* , d.h. Menge aller formalen Sprachen über Σ_1

Aufgabe S2)

Beschreiben Sie folgende Mengen, die über die Operationen Vereinigung, Konkatenation und Kleene-Stern gebildet werden, verbal oder durch Aufzählung:

Aufgabe S2)

Beschreiben Sie folgende Mengen, die über die Operationen Vereinigung, Konkatenation und Kleene-Stern gebildet werden, verbal oder durch Aufzählung:

$$\{a\} \cup \{b\} \cup \{c\}: \{a, b, c\}$$

Aufgabe S2)

Beschreiben Sie folgende Mengen, die über die Operationen Vereinigung, Konkatenation und Kleene-Stern gebildet werden, verbal oder durch Aufzählung:

$$\{a\} \cup \{b\} \cup \{c\}: \{a, b, c\}$$

$$\{a\} \circ \{b\} \circ \{c\}: \{abc\}$$

Aufgabe S2)

Beschreiben Sie folgende Mengen, die über die Operationen Vereinigung, Konkatenation und Kleene-Stern gebildet werden, verbal oder durch Aufzählung:

$$\{a\} \cup \{b\} \cup \{c\}: \{a, b, c\}$$

$$\{a\} \circ \{b\} \circ \{c\}: \{abc\}$$

$$\{a\} \cup \{b\} \circ \{a\} \cup \{b\}: \{a, ba, b\}$$

Aufgabe S2)

Beschreiben Sie folgende Mengen, die über die Operationen Vereinigung, Konkatenation und Kleene-Stern gebildet werden, verbal oder durch Aufzählung:

$$\{a\} \cup \{b\} \cup \{c\}: \{a, b, c\}$$

$$\{a\} \circ \{b\} \circ \{c\}: \{abc\}$$

$$\{a\} \cup \{b\} \circ \{a\} \cup \{b\}: \{a, ba, b\}$$

$$\{a\}^*: \{\varepsilon, a, aa, aaa, aaaa, \dots\}$$

Aufgabe S2)

Beschreiben Sie folgende Mengen, die über die Operationen Vereinigung, Konkatenation und Kleene-Stern gebildet werden, verbal oder durch Aufzählung:

$$\{a\} \cup \{b\} \cup \{c\}: \{a, b, c\}$$

$$\{a\} \circ \{b\} \circ \{c\}: \{abc\}$$

$$\{a\} \cup \{b\} \circ \{a\} \cup \{b\}: \{a, ba, b\}$$

$$\{a\}^*: \{\varepsilon, a, aa, aaa, aaaa, \dots\}$$

$$(\{a\} \cup \{b\} \cup \{c\})^*: \{\varepsilon, a, b, c, aa, ab, ac, ba, bb, bc, ca, cb, cc, aaa, \dots\}$$

Aufgabe S2)

Beschreiben Sie folgende Mengen, die über die Operationen Vereinigung, Konkatenation und Kleene-Stern gebildet werden, verbal oder durch Aufzählung:

$$\{a\} \cup \{b\} \cup \{c\}: \{a, b, c\}$$

$$\{a\} \circ \{b\} \circ \{c\}: \{abc\}$$

$$\{a\} \cup \{b\} \circ \{a\} \cup \{b\}: \{a, ba, b\}$$

$$\{a\}^*: \{\varepsilon, a, aa, aaa, aaaa, \dots\}$$

$$(\{a\} \cup \{b\} \cup \{c\})^*: \{\varepsilon, a, b, c, aa, ab, ac, ba, bb, bc, ca, cb, cc, aaa, \dots\}$$

$$(\{a\} \circ \{b\} \circ \{c\})^*: \{\varepsilon, abc, abcabc, abcabcabc, \dots\}$$

Aufgabe S2)

Beschreiben Sie folgende Mengen, die über die Operationen Vereinigung, Konkatenation und Kleene-Stern gebildet werden, verbal oder durch Aufzählung:

$$\{a\} \cup \{b\} \cup \{c\}: \{a, b, c\}$$

$$\{a\} \circ \{b\} \circ \{c\}: \{abc\}$$

$$\{a\} \cup \{b\} \circ \{a\} \cup \{b\}: \{a, ba, b\}$$

$$\{a\}^*: \{\varepsilon, a, aa, aaa, aaaa, \dots\}$$

$$(\{a\} \cup \{b\} \cup \{c\})^*: \{\varepsilon, a, b, c, aa, ab, ac, ba, bb, bc, ca, cb, cc, aaa, \dots\}$$

$$(\{a\} \circ \{b\} \circ \{c\})^*: \{\varepsilon, abc, abcabc, abcabcabc, \dots\}$$

$$\{a\} \cup \{a\}^* \circ \{b\}: \{a, b, ab, aab, aaab, aaaab, \dots\}$$

Aufgabe S2)

Beschreiben Sie folgende Mengen, die über die Operationen Vereinigung, Konkatenation und Kleene-Stern gebildet werden, verbal oder durch Aufzählung:

$$\{a\} \cup \{b\} \cup \{c\}: \{a, b, c\}$$

$$\{a\} \circ \{b\} \circ \{c\}: \{abc\}$$

$$\{a\} \cup \{b\} \circ \{a\} \cup \{b\}: \{a, ba, b\}$$

$$\{a\}^*: \{\varepsilon, a, aa, aaa, aaaa, \dots\}$$

$$(\{a\} \cup \{b\} \cup \{c\})^*: \{\varepsilon, a, b, c, aa, ab, ac, ba, bb, bc, ca, cb, cc, aaa, \dots\}$$

$$(\{a\} \circ \{b\} \circ \{c\})^*: \{\varepsilon, abc, abcabc, abcabcabc, \dots\}$$

$$\{a\} \cup \{a\}^* \circ \{b\}: \{a, b, ab, aab, aaab, aaaab, \dots\}$$

$$(\{0\} \cup \{1\})^*: \text{Wörter über } 0, 1: \{\varepsilon, 0, 1, 00, 01, 10, 11, 000, 001, 010, \dots\}$$

Aufgabe S2)

Beschreiben Sie folgende Mengen, die über die Operationen Vereinigung, Konkatenation und Kleene-Stern gebildet werden, verbal oder durch Aufzählung:

$$\{a\} \cup \{b\} \cup \{c\}: \{a, b, c\}$$

$$\{a\} \circ \{b\} \circ \{c\}: \{abc\}$$

$$\{a\} \cup \{b\} \circ \{a\} \cup \{b\}: \{a, ba, b\}$$

$$\{a\}^*: \{\varepsilon, a, aa, aaa, aaaa, \dots\}$$

$$(\{a\} \cup \{b\} \cup \{c\})^*: \{\varepsilon, a, b, c, aa, ab, ac, ba, bb, bc, ca, cb, cc, aaa, \dots\}$$

$$(\{a\} \circ \{b\} \circ \{c\})^*: \{\varepsilon, abc, abcabc, abcabcabc, \dots\}$$

$$\{a\} \cup \{a\}^* \circ \{b\}: \{a, b, ab, aab, aaab, aaaab, \dots\}$$

$$(\{0\} \cup \{1\})^*: \text{Wörter über } 0, 1: \{\varepsilon, 0, 1, 00, 01, 10, 11, 000, 001, 010, \dots\}$$

$$(\{1\} \cup \{1\} \circ \{0\})^*: \{\varepsilon, 1, 10, 1010, 101010, 10101010, \dots\}$$

Aufgabe S2)

Beschreiben Sie folgende Mengen, die über die Operationen Vereinigung, Konkatenation und Kleene-Stern gebildet werden, verbal oder durch Aufzählung:

$$\{a\} \cup \{b\} \cup \{c\}: \{a, b, c\}$$

$$\{a\} \circ \{b\} \circ \{c\}: \{abc\}$$

$$\{a\} \cup \{b\} \circ \{a\} \cup \{b\}: \{a, ba, b\}$$

$$\{a\}^*: \{\varepsilon, a, aa, aaa, aaaa, \dots\}$$

$$(\{a\} \cup \{b\} \cup \{c\})^*: \{\varepsilon, a, b, c, aa, ab, ac, ba, bb, bc, ca, cb, cc, aaa, \dots\}$$

$$(\{a\} \circ \{b\} \circ \{c\})^*: \{\varepsilon, abc, abcabc, abcabcabc, \dots\}$$

$$\{a\} \cup \{a\}^* \circ \{b\}: \{a, b, ab, aab, aaab, aaaab, \dots\}$$

$$(\{0\} \cup \{1\})^*: \text{Wörter über } 0, 1: \{\varepsilon, 0, 1, 00, 01, 10, 11, 000, 001, 010, \dots\}$$

$$(\{1\} \cup \{1\} \circ \{0\})^*: \{\varepsilon, 1, 10, 1010, 101010, 10101010, \dots\}$$

$$(\{0\} \cup \{1\})^* \circ \{0\} \circ \{0\} \circ (\{0\} \cup \{1\})^*: \text{Wörter über } 0, 1 \text{ mit Infix } 00: \\ \{00, 000, 100, 001, 0000, 1000, 0001, \dots\}$$

Aufgabe S4)

Zeigen oder widerlegen Sie folgende Identität: $(L_1^* \circ L_2^*)^* = (L_1 \cup L_2)^*$.

Aufgabe S4)

Zeigen oder widerlegen Sie folgende Identität: $(L_1^* \circ L_2^*)^* = (L_1 \cup L_2)^*$.

- ▶ Sei $w \in (L_1^* \circ L_2^*)^*$. Falls $w = \varepsilon$, dann $w \in (L_1 \cup L_2)^*$.

Aufgabe S4)

Zeigen oder widerlegen Sie folgende Identität: $(L_1^* \circ L_2^*)^* = (L_1 \cup L_2)^*$.

- ▶ Sei $w \in (L_1^* \circ L_2^*)^*$. Falls $w = \varepsilon$, dann $w \in (L_1 \cup L_2)^*$.
- ▶ Sonst ist $w = w_0 w_1 \cdots w_n$ mit $w_i \in (L_1^* \circ L_2^*)$.

Aufgabe S4)

Zeigen oder widerlegen Sie folgende Identität: $(L_1^* \circ L_2^*)^* = (L_1 \cup L_2)^*$.

- ▶ Sei $w \in (L_1^* \circ L_2^*)^*$. Falls $w = \varepsilon$, dann $w \in (L_1 \cup L_2)^*$.
- ▶ Sonst ist $w = w_0 w_1 \cdots w_n$ mit $w_i \in (L_1^* \circ L_2^*)$.
- ▶ Jedes w_i ist zerlegbar als $w_i = x_i y_i$ mit $x_i \in L_1^*, y_i \in L_2^*$.

Aufgabe S4)

Zeigen oder widerlegen Sie folgende Identität: $(L_1^* \circ L_2^*)^* = (L_1 \cup L_2)^*$.

- ▶ Sei $w \in (L_1^* \circ L_2^*)^*$. Falls $w = \varepsilon$, dann $w \in (L_1 \cup L_2)^*$.
- ▶ Sonst ist $w = w_0 w_1 \cdots w_n$ mit $w_i \in (L_1^* \circ L_2^*)$.
- ▶ Jedes w_i ist zerlegbar als $w_i = x_i y_i$ mit $x_i \in L_1^*$, $y_i \in L_2^*$.
- ▶ Damit Zerlegung $w = v_0 v_1 \cdots v_k$ mit $v_k \in (L_1 L_2)$.

Aufgabe S4)

Zeigen oder widerlegen Sie folgende Identität: $(L_1^* \circ L_2^*)^* = (L_1 \cup L_2)^*$.

- ▶ Sei $w \in (L_1^* \circ L_2^*)^*$. Falls $w = \varepsilon$, dann $w \in (L_1 \cup L_2)^*$.
- ▶ Sonst ist $w = w_0 w_1 \cdots w_n$ mit $w_i \in (L_1^* \circ L_2^*)$.
- ▶ Jedes w_i ist zerlegbar als $w_i = x_i y_i$ mit $x_i \in L_1^*$, $y_i \in L_2^*$.
- ▶ Damit Zerlegung $w = v_0 v_1 \cdots v_k$ mit $v_k \in (L_1 L_2)$.
- ▶ Also $w \in (L_1 \cup L_2)^*$.

Aufgabe S4)

Zeigen oder widerlegen Sie folgende Identität: $(L_1^* \circ L_2^*)^* = (L_1 \cup L_2)^*$.

- ▶ Sei $w \in (L_1^* \circ L_2^*)^*$. Falls $w = \varepsilon$, dann $w \in (L_1 \cup L_2)^*$.
- ▶ Sonst ist $w = w_0 w_1 \cdots w_n$ mit $w_i \in (L_1^* \circ L_2^*)$.
- ▶ Jedes w_i ist zerlegbar als $w_i = x_i y_i$ mit $x_i \in L_1^*$, $y_i \in L_2^*$.
- ▶ Damit Zerlegung $w = v_0 v_1 \cdots v_k$ mit $v_k \in (L_1 L_2)$.
- ▶ Also $w \in (L_1 \cup L_2)^*$.
- ▶ Sei umgekehrt $w \in (L_1 \cup L_2)^*$. Falls $w = \varepsilon$, dann $w \in (L_1^* \circ L_2^*)^*$.

Aufgabe S4)

Zeigen oder widerlegen Sie folgende Identität: $(L_1^* \circ L_2^*)^* = (L_1 \cup L_2)^*$.

- ▶ Sei $w \in (L_1^* \circ L_2^*)^*$. Falls $w = \varepsilon$, dann $w \in (L_1 \cup L_2)^*$.
- ▶ Sonst ist $w = w_0 w_1 \cdots w_n$ mit $w_i \in (L_1^* \circ L_2^*)$.
- ▶ Jedes w_i ist zerlegbar als $w_i = x_i y_i$ mit $x_i \in L_1^*$, $y_i \in L_2^*$.
- ▶ Damit Zerlegung $w = v_0 v_1 \cdots v_k$ mit $v_k \in (L_1 L_2)$.
- ▶ Also $w \in (L_1 \cup L_2)^*$.

- ▶ Sei umgekehrt $w \in (L_1 \cup L_2)^*$. Falls $w = \varepsilon$, dann $w \in (L_1^* \circ L_2^*)^*$.
- ▶ Ansonsten ist $w = w_0 w_1 \cdots w_n$ mit $w_i \in (L_1 \cup L_2)$.

Aufgabe S4)

Zeigen oder widerlegen Sie folgende Identität: $(L_1^* \circ L_2^*)^* = (L_1 \cup L_2)^*$.

- ▶ Sei $w \in (L_1^* \circ L_2^*)^*$. Falls $w = \varepsilon$, dann $w \in (L_1 \cup L_2)^*$.
- ▶ Sonst ist $w = w_0 w_1 \cdots w_n$ mit $w_i \in (L_1^* \circ L_2^*)$.
- ▶ Jedes w_i ist zerlegbar als $w_i = x_i y_i$ mit $x_i \in L_1^*$, $y_i \in L_2^*$.
- ▶ Damit Zerlegung $w = v_0 v_1 \cdots v_k$ mit $v_k \in (L_1 L_2)$.
- ▶ Also $w \in (L_1 \cup L_2)^*$.

- ▶ Sei umgekehrt $w \in (L_1 \cup L_2)^*$. Falls $w = \varepsilon$, dann $w \in (L_1^* \circ L_2^*)^*$.
- ▶ Ansonsten ist $w = w_0 w_1 \cdots w_n$ mit $w_i \in (L_1 \cup L_2)$.
- ▶ Falls $w_i \in L_1$, dann ist $w_i = w_i \varepsilon \in L_1^* \circ L_2^*$.

Aufgabe S4)

Zeigen oder widerlegen Sie folgende Identität: $(L_1^* \circ L_2^*)^* = (L_1 \cup L_2)^*$.

- ▶ Sei $w \in (L_1^* \circ L_2^*)^*$. Falls $w = \varepsilon$, dann $w \in (L_1 \cup L_2)^*$.
- ▶ Sonst ist $w = w_0 w_1 \cdots w_n$ mit $w_i \in (L_1^* \circ L_2^*)$.
- ▶ Jedes w_i ist zerlegbar als $w_i = x_i y_i$ mit $x_i \in L_1^*$, $y_i \in L_2^*$.
- ▶ Damit Zerlegung $w = v_0 v_1 \cdots v_k$ mit $v_k \in (L_1 L_2)$.
- ▶ Also $w \in (L_1 \cup L_2)^*$.

- ▶ Sei umgekehrt $w \in (L_1 \cup L_2)^*$. Falls $w = \varepsilon$, dann $w \in (L_1^* \circ L_2^*)^*$.
- ▶ Ansonsten ist $w = w_0 w_1 \cdots w_n$ mit $w_i \in (L_1 \cup L_2)$.
- ▶ Falls $w_i \in L_1$, dann ist $w_i = w_i \varepsilon \in L_1^* \circ L_2^*$.
- ▶ Analog $w_i \in L_1^* \circ L_2^*$, falls $w_i \in L_2$.

Aufgabe S4)

Zeigen oder widerlegen Sie folgende Identität: $(L_1^* \circ L_2^*)^* = (L_1 \cup L_2)^*$.

- ▶ Sei $w \in (L_1^* \circ L_2^*)^*$. Falls $w = \varepsilon$, dann $w \in (L_1 \cup L_2)^*$.
- ▶ Sonst ist $w = w_0 w_1 \cdots w_n$ mit $w_i \in (L_1^* \circ L_2^*)$.
- ▶ Jedes w_i ist zerlegbar als $w_i = x_i y_i$ mit $x_i \in L_1^*$, $y_i \in L_2^*$.
- ▶ Damit Zerlegung $w = v_0 v_1 \cdots v_k$ mit $v_k \in (L_1 L_2)$.
- ▶ Also $w \in (L_1 \cup L_2)^*$.

- ▶ Sei umgekehrt $w \in (L_1 \cup L_2)^*$. Falls $w = \varepsilon$, dann $w \in (L_1^* \circ L_2^*)^*$.
- ▶ Ansonsten ist $w = w_0 w_1 \cdots w_n$ mit $w_i \in (L_1 \cup L_2)$.
- ▶ Falls $w_i \in L_1$, dann ist $w_i = w_i \varepsilon \in L_1^* \circ L_2^*$.
- ▶ Analog $w_i \in L_1^* \circ L_2^*$, falls $w_i \in L_2$.
- ▶ Also $w \in (L_1^* \circ L_2^*)^*$.

Aufgabe S4)

Zeigen oder widerlegen Sie folgende Identität: $(L_1^* \circ L_2^*)^* = (L_1 \cup L_2)^*$.

- ▶ Sei $w \in (L_1^* \circ L_2^*)^*$. Falls $w = \varepsilon$, dann $w \in (L_1 \cup L_2)^*$.
- ▶ Sonst ist $w = w_0 w_1 \cdots w_n$ mit $w_i \in (L_1^* \circ L_2^*)$.
- ▶ Jedes w_i ist zerlegbar als $w_i = x_i y_i$ mit $x_i \in L_1^*$, $y_i \in L_2^*$.
- ▶ Damit Zerlegung $w = v_0 v_1 \cdots v_k$ mit $v_k \in (L_1 L_2)$.
- ▶ Also $w \in (L_1 \cup L_2)^*$.

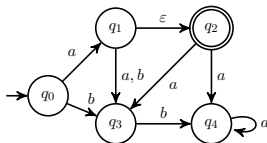
- ▶ Sei umgekehrt $w \in (L_1 \cup L_2)^*$. Falls $w = \varepsilon$, dann $w \in (L_1^* \circ L_2^*)^*$.
- ▶ Ansonsten ist $w = w_0 w_1 \cdots w_n$ mit $w_i \in (L_1 \cup L_2)$.
- ▶ Falls $w_i \in L_1$, dann ist $w_i = w_i \varepsilon \in L_1^* \circ L_2^*$.
- ▶ Analog $w_i \in L_1^* \circ L_2^*$, falls $w_i \in L_2$.
- ▶ Also $w \in (L_1^* \circ L_2^*)^*$.

Damit ist die Behauptung bewiesen.

Aufgabe S5)

Konstruieren Sie einen äquivalenten DFA \mathcal{M}' zum ε -NFA

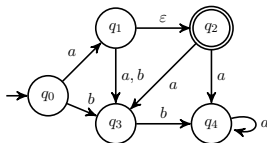
$\mathcal{M} = (\{q_0, \dots, q_4\}, \{a, b\}, \delta, \{q_0\}, \{q_2\})$, wobei δ folgend dargestellt ist:



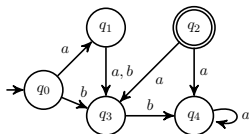
Aufgabe S5)

Konstruieren Sie einen äquivalenten DFA \mathcal{M}' zum ε -NFA

$\mathcal{M} = (\{q_0, \dots, q_4\}, \{a, b\}, \delta, \{q_0\}, \{q_2\})$, wobei δ folgend dargestellt ist:



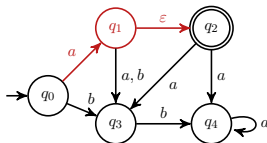
- ▶ Elimiere ε -Kante durch „Verlängern nach rechts“



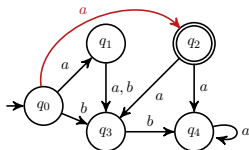
Aufgabe S5)

Konstruieren Sie einen äquivalenten DFA \mathcal{M}' zum ε -NFA

$\mathcal{M} = (\{q_0, \dots, q_4\}, \{a, b\}, \delta, \{q_0\}, \{q_2\})$, wobei δ folgend dargestellt ist:



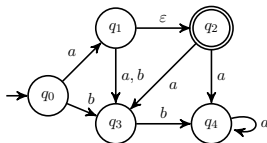
- ▶ Elimiere ε -Kante durch „Verlängern nach rechts“



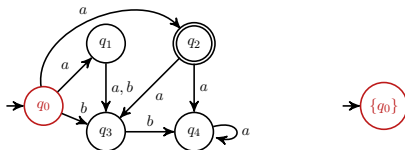
Aufgabe S5)

Konstruieren Sie einen äquivalenten DFA \mathcal{M}' zum ε -NFA

$\mathcal{M} = (\{q_0, \dots, q_4\}, \{a, b\}, \delta, \{q_0\}, \{q_2\})$, wobei δ folgend dargestellt ist:



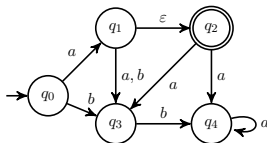
- ▶ Elimiere ε -Kante durch „Verlängern nach rechts“
- ▶ Potenzmengenkonstruktion liefert DFA \mathcal{M}' :



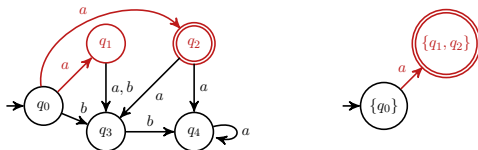
Aufgabe S5)

Konstruieren Sie einen äquivalenten DFA \mathcal{M}' zum ε -NFA

$\mathcal{M} = (\{q_0, \dots, q_4\}, \{a, b\}, \delta, \{q_0\}, \{q_2\})$, wobei δ folgend dargestellt ist:



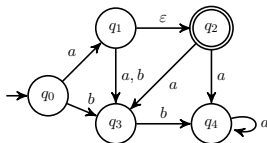
- ▶ Elimiere ε -Kante durch „Verlängern nach rechts“
- ▶ Potenzmengenkonstruktion liefert DFA \mathcal{M}' :



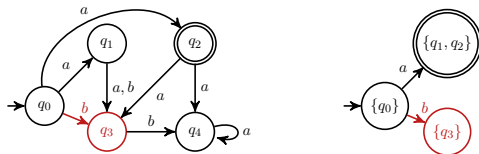
Aufgabe S5)

Konstruieren Sie einen äquivalenten DFA \mathcal{M}' zum ε -NFA

$\mathcal{M} = (\{q_0, \dots, q_4\}, \{a, b\}, \delta, \{q_0\}, \{q_2\})$, wobei δ folgend dargestellt ist:



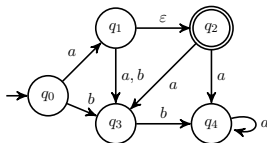
- ▶ Elimiere ε -Kante durch „Verlängern nach rechts“
- ▶ Potenzmengenkonstruktion liefert DFA \mathcal{M}' :



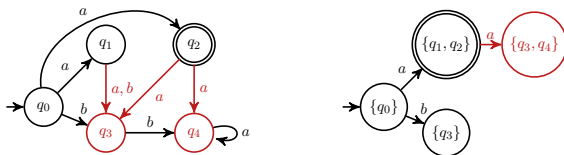
Aufgabe S5)

Konstruieren Sie einen äquivalenten DFA \mathcal{M}' zum ε -NFA

$\mathcal{M} = (\{q_0, \dots, q_4\}, \{a, b\}, \delta, \{q_0\}, \{q_2\})$, wobei δ folgend dargestellt ist:



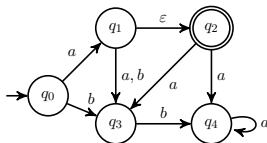
- ▶ Elimiere ε -Kante durch „Verlängern nach rechts“
- ▶ Potenzmengenkonstruktion liefert DFA \mathcal{M}' :



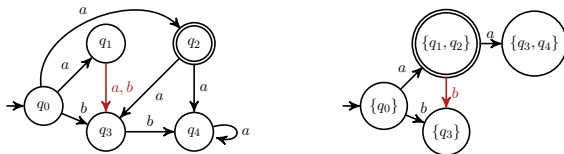
Aufgabe S5)

Konstruieren Sie einen äquivalenten DFA \mathcal{M}' zum ε -NFA

$\mathcal{M} = (\{q_0, \dots, q_4\}, \{a, b\}, \delta, \{q_0\}, \{q_2\})$, wobei δ folgend dargestellt ist:



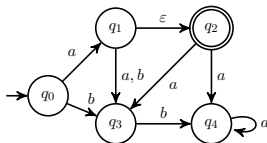
- ▶ Elimiere ε -Kante durch „Verlängern nach rechts“
- ▶ Potenzmengenkonstruktion liefert DFA \mathcal{M}' :



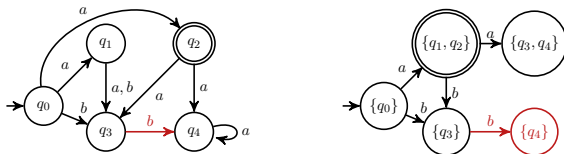
Aufgabe S5)

Konstruieren Sie einen äquivalenten DFA \mathcal{M}' zum ε -NFA

$\mathcal{M} = (\{q_0, \dots, q_4\}, \{a, b\}, \delta, \{q_0\}, \{q_2\})$, wobei δ folgend dargestellt ist:



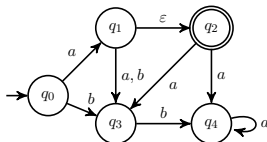
- ▶ Elimiere ε -Kante durch „Verlängern nach rechts“
- ▶ Potenzmengenkonstruktion liefert DFA \mathcal{M}' :



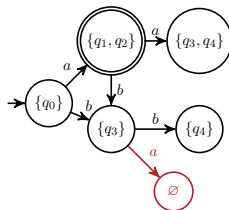
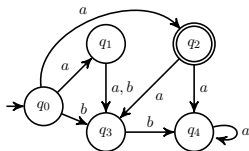
Aufgabe S5)

Konstruieren Sie einen äquivalenten DFA \mathcal{M}' zum ε -NFA

$\mathcal{M} = (\{q_0, \dots, q_4\}, \{a, b\}, \delta, \{q_0\}, \{q_2\})$, wobei δ folgend dargestellt ist:



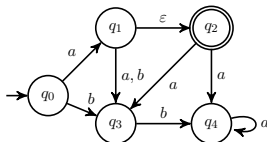
- ▶ Eliminiere ε -Kante durch „Verlängern nach rechts“
- ▶ Potenzmengenkonstruktion liefert DFA \mathcal{M}' :



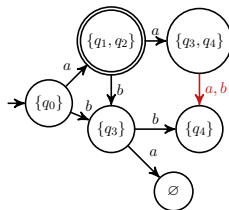
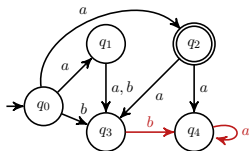
Aufgabe S5)

Konstruieren Sie einen äquivalenten DFA \mathcal{M}' zum ε -NFA

$\mathcal{M} = (\{q_0, \dots, q_4\}, \{a, b\}, \delta, \{q_0\}, \{q_2\})$, wobei δ folgend dargestellt ist:



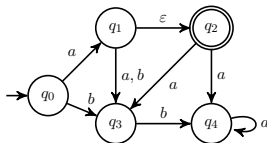
- ▶ Elimiere ε -Kante durch „Verlängern nach rechts“
- ▶ Potenzmengenkonstruktion liefert DFA \mathcal{M}' :



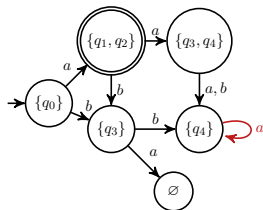
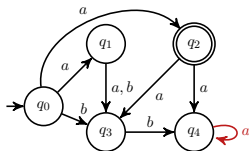
Aufgabe S5)

Konstruieren Sie einen äquivalenten DFA \mathcal{M}' zum ε -NFA

$\mathcal{M} = (\{q_0, \dots, q_4\}, \{a, b\}, \delta, \{q_0\}, \{q_2\})$, wobei δ folgend dargestellt ist:



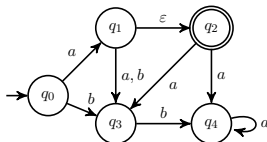
- ▶ Elimiere ε -Kante durch „Verlängern nach rechts“
- ▶ Potenzmengenkonstruktion liefert DFA \mathcal{M}' :



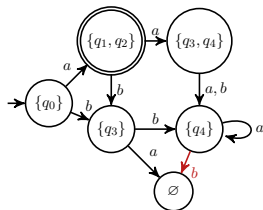
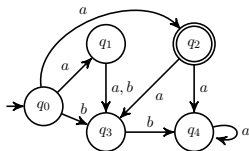
Aufgabe S5)

Konstruieren Sie einen äquivalenten DFA \mathcal{M}' zum ε -NFA

$\mathcal{M} = (\{q_0, \dots, q_4\}, \{a, b\}, \delta, \{q_0\}, \{q_2\})$, wobei δ folgend dargestellt ist:



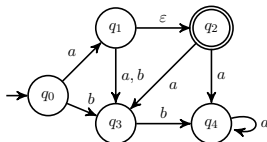
- ▶ Elimiere ε -Kante durch „Verlängern nach rechts“
- ▶ Potenzmengenkonstruktion liefert DFA \mathcal{M}' :



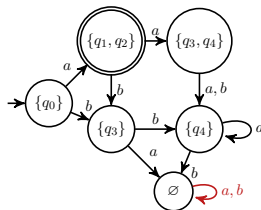
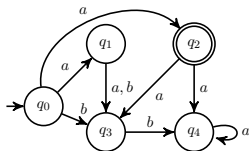
Aufgabe S5)

Konstruieren Sie einen äquivalenten DFA \mathcal{M}' zum ε -NFA

$\mathcal{M} = (\{q_0, \dots, q_4\}, \{a, b\}, \delta, \{q_0\}, \{q_2\})$, wobei δ folgend dargestellt ist:



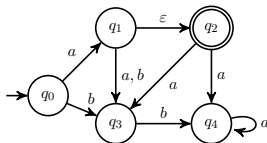
- ▶ Elimiere ε -Kante durch „Verlängern nach rechts“
- ▶ Potenzmengenkonstruktion liefert DFA \mathcal{M}' :



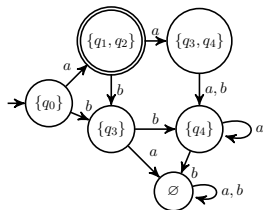
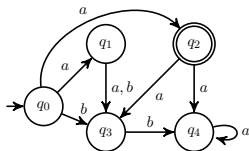
Aufgabe S5)

Konstruieren Sie einen äquivalenten DFA \mathcal{M}' zum ε -NFA

$\mathcal{M} = (\{q_0, \dots, q_4\}, \{a, b\}, \delta, \{q_0\}, \{q_2\})$, wobei δ folgend dargestellt ist:



- ▶ Elimiere ε -Kante durch „Verlängern nach rechts“
- ▶ Potenzmengenkonstruktion liefert DFA \mathcal{M}' :



Aufgabe S6a)

Es sei $\Sigma = \{a, b, c\}$. Geben Sie einen NFA \mathcal{M}_1 an mit $w \in L(\mathcal{M}_1)$ genau dann, wenn

- ▶ $|w|_a$ ist ungerade und $|w|_b$ ist gerade,

Aufgabe S6a)

Es sei $\Sigma = \{a, b, c\}$. Geben Sie einen NFA \mathcal{M}_1 an mit $w \in L(\mathcal{M}_1)$ genau dann, wenn

- ▶ $|w|_a$ ist ungerade und $|w|_b$ ist gerade,
- ▶ oder es gibt $u, v \in \Sigma^*$ mit $w = ucccv$.

Aufgabe S6a)

Es sei $\Sigma = \{a, b, c\}$. Geben Sie einen NFA \mathcal{M}_1 an mit $w \in L(\mathcal{M}_1)$ genau dann, wenn

- ▶ $|w|_a$ ist ungerade und $|w|_b$ ist gerade,
- ▶ oder es gibt $u, v \in \Sigma^*$ mit $w = ucccv$.

$\mathcal{M}_1 = (\{q_0, q_1, \dots, q_7\}, \Sigma, \delta, \{q_0, q_4\}, \{q_1, q_7\})$ mit

Aufgabe S6a)

Es sei $\Sigma = \{a, b, c\}$. Geben Sie einen NFA \mathcal{M}_1 an mit $w \in L(\mathcal{M}_1)$ genau dann, wenn

- ▶ $|w|_a$ ist ungerade und $|w|_b$ ist gerade,
- ▶ oder es gibt $u, v \in \Sigma^*$ mit $w = ucccv$.

$\mathcal{M}_1 = (\{q_0, q_1, \dots, q_7\}, \Sigma, \delta, \{q_0, q_4\}, \{q_1, q_7\})$ mit

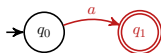


Aufgabe S6a)

Es sei $\Sigma = \{a, b, c\}$. Geben Sie einen NFA \mathcal{M}_1 an mit $w \in L(\mathcal{M}_1)$ genau dann, wenn

- ▶ $|w|_a$ ist ungerade und $|w|_b$ ist gerade,
- ▶ oder es gibt $u, v \in \Sigma^*$ mit $w = ucccv$.

$\mathcal{M}_1 = (\{q_0, q_1, \dots, q_7\}, \Sigma, \delta, \{q_0, q_4\}, \{q_1, q_7\})$ mit

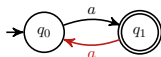


Aufgabe S6a)

Es sei $\Sigma = \{a, b, c\}$. Geben Sie einen NFA \mathcal{M}_1 an mit $w \in L(\mathcal{M}_1)$ genau dann, wenn

- ▶ $|w|_a$ ist ungerade und $|w|_b$ ist gerade,
- ▶ oder es gibt $u, v \in \Sigma^*$ mit $w = ucccv$.

$\mathcal{M}_1 = (\{q_0, q_1, \dots, q_7\}, \Sigma, \delta, \{q_0, q_4\}, \{q_1, q_7\})$ mit

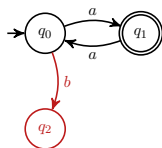


Aufgabe S6a)

Es sei $\Sigma = \{a, b, c\}$. Geben Sie einen NFA \mathcal{M}_1 an mit $w \in L(\mathcal{M}_1)$ genau dann, wenn

- ▶ $|w|_a$ ist ungerade und $|w|_b$ ist gerade,
- ▶ oder es gibt $u, v \in \Sigma^*$ mit $w = ucccv$.

$\mathcal{M}_1 = (\{q_0, q_1, \dots, q_7\}, \Sigma, \delta, \{q_0, q_4\}, \{q_1, q_7\})$ mit

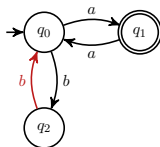


Aufgabe S6a)

Es sei $\Sigma = \{a, b, c\}$. Geben Sie einen NFA \mathcal{M}_1 an mit $w \in L(\mathcal{M}_1)$ genau dann, wenn

- ▶ $|w|_a$ ist ungerade und $|w|_b$ ist gerade,
- ▶ oder es gibt $u, v \in \Sigma^*$ mit $w = ucccv$.

$\mathcal{M}_1 = (\{q_0, q_1, \dots, q_7\}, \Sigma, \delta, \{q_0, q_4\}, \{q_1, q_7\})$ mit

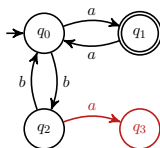


Aufgabe S6a)

Es sei $\Sigma = \{a, b, c\}$. Geben Sie einen NFA \mathcal{M}_1 an mit $w \in L(\mathcal{M}_1)$ genau dann, wenn

- ▶ $|w|_a$ ist ungerade und $|w|_b$ ist gerade,
- ▶ oder es gibt $u, v \in \Sigma^*$ mit $w = ucccv$.

$\mathcal{M}_1 = (\{q_0, q_1, \dots, q_7\}, \Sigma, \delta, \{q_0, q_4\}, \{q_1, q_7\})$ mit

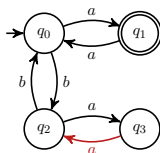


Aufgabe S6a)

Es sei $\Sigma = \{a, b, c\}$. Geben Sie einen NFA \mathcal{M}_1 an mit $w \in L(\mathcal{M}_1)$ genau dann, wenn

- ▶ $|w|_a$ ist ungerade und $|w|_b$ ist gerade,
- ▶ oder es gibt $u, v \in \Sigma^*$ mit $w = ucccv$.

$\mathcal{M}_1 = (\{q_0, q_1, \dots, q_7\}, \Sigma, \delta, \{q_0, q_4\}, \{q_1, q_7\})$ mit

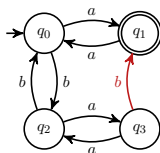


Aufgabe S6a)

Es sei $\Sigma = \{a, b, c\}$. Geben Sie einen NFA \mathcal{M}_1 an mit $w \in L(\mathcal{M}_1)$ genau dann, wenn

- ▶ $|w|_a$ ist ungerade und $|w|_b$ ist gerade,
- ▶ oder es gibt $u, v \in \Sigma^*$ mit $w = ucccv$.

$\mathcal{M}_1 = (\{q_0, q_1, \dots, q_7\}, \Sigma, \delta, \{q_0, q_4\}, \{q_1, q_7\})$ mit

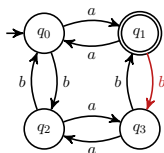


Aufgabe S6a)

Es sei $\Sigma = \{a, b, c\}$. Geben Sie einen NFA \mathcal{M}_1 an mit $w \in L(\mathcal{M}_1)$ genau dann, wenn

- ▶ $|w|_a$ ist ungerade und $|w|_b$ ist gerade,
- ▶ oder es gibt $u, v \in \Sigma^*$ mit $w = ucccv$.

$\mathcal{M}_1 = (\{q_0, q_1, \dots, q_7\}, \Sigma, \delta, \{q_0, q_4\}, \{q_1, q_7\})$ mit

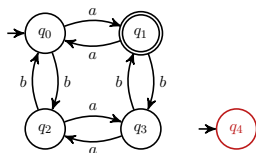


Aufgabe S6a)

Es sei $\Sigma = \{a, b, c\}$. Geben Sie einen NFA \mathcal{M}_1 an mit $w \in L(\mathcal{M}_1)$ genau dann, wenn

- ▶ $|w|_a$ ist ungerade und $|w|_b$ ist gerade,
- ▶ oder es gibt $u, v \in \Sigma^*$ mit $w = ucccv$.

$\mathcal{M}_1 = (\{q_0, q_1, \dots, q_7\}, \Sigma, \delta, \{q_0, q_4\}, \{q_1, q_7\})$ mit

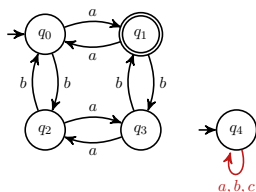


Aufgabe S6a)

Es sei $\Sigma = \{a, b, c\}$. Geben Sie einen NFA \mathcal{M}_1 an mit $w \in L(\mathcal{M}_1)$ genau dann, wenn

- ▶ $|w|_a$ ist ungerade und $|w|_b$ ist gerade,
- ▶ oder es gibt $u, v \in \Sigma^*$ mit $w = ucccv$.

$\mathcal{M}_1 = (\{q_0, q_1, \dots, q_7\}, \Sigma, \delta, \{q_0, q_4\}, \{q_1, q_7\})$ mit

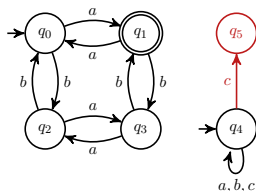


Aufgabe S6a)

Es sei $\Sigma = \{a, b, c\}$. Geben Sie einen NFA \mathcal{M}_1 an mit $w \in L(\mathcal{M}_1)$ genau dann, wenn

- ▶ $|w|_a$ ist ungerade und $|w|_b$ ist gerade,
- ▶ oder es gibt $u, v \in \Sigma^*$ mit $w = ucccv$.

$\mathcal{M}_1 = (\{q_0, q_1, \dots, q_7\}, \Sigma, \delta, \{q_0, q_4\}, \{q_1, q_7\})$ mit

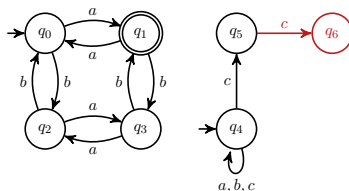


Aufgabe S6a)

Es sei $\Sigma = \{a, b, c\}$. Geben Sie einen NFA \mathcal{M}_1 an mit $w \in L(\mathcal{M}_1)$ genau dann, wenn

- ▶ $|w|_a$ ist ungerade und $|w|_b$ ist gerade,
- ▶ oder es gibt $u, v \in \Sigma^*$ mit $w = ucccv$.

$\mathcal{M}_1 = (\{q_0, q_1, \dots, q_7\}, \Sigma, \delta, \{q_0, q_4\}, \{q_1, q_7\})$ mit

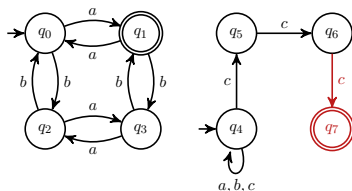


Aufgabe S6a)

Es sei $\Sigma = \{a, b, c\}$. Geben Sie einen NFA \mathcal{M}_1 an mit $w \in L(\mathcal{M}_1)$ genau dann, wenn

- ▶ $|w|_a$ ist ungerade und $|w|_b$ ist gerade,
- ▶ oder es gibt $u, v \in \Sigma^*$ mit $w = ucccv$.

$\mathcal{M}_1 = (\{q_0, q_1, \dots, q_7\}, \Sigma, \delta, \{q_0, q_4\}, \{q_1, q_7\})$ mit

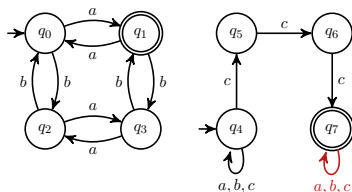


Aufgabe S6a)

Es sei $\Sigma = \{a, b, c\}$. Geben Sie einen NFA \mathcal{M}_1 an mit $w \in L(\mathcal{M}_1)$ genau dann, wenn

- ▶ $|w|_a$ ist ungerade und $|w|_b$ ist gerade,
- ▶ oder es gibt $u, v \in \Sigma^*$ mit $w = ucccv$.

$\mathcal{M}_1 = (\{q_0, q_1, \dots, q_7\}, \Sigma, \delta, \{q_0, q_4\}, \{q_1, q_7\})$ mit

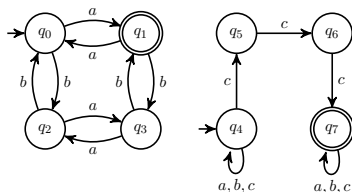


Aufgabe S6a)

Es sei $\Sigma = \{a, b, c\}$. Geben Sie einen NFA \mathcal{M}_1 an mit $w \in L(\mathcal{M}_1)$ genau dann, wenn

- ▶ $|w|_a$ ist ungerade und $|w|_b$ ist gerade,
- ▶ oder es gibt $u, v \in \Sigma^*$ mit $w = ucccv$.

$\mathcal{M}_1 = (\{q_0, q_1, \dots, q_7\}, \Sigma, \delta, \{q_0, q_4\}, \{q_1, q_7\})$ mit



Aufgabe S6b)

Es sei $\Sigma = \{a, b, c\}$. Geben Sie einen NFA \mathcal{M}_2 an mit $w \in L(\mathcal{M}_2)$ genau dann, wenn

- ▶ es gibt $u, v \in \Sigma^*$ mit $w = ubabcv$,

Aufgabe S6b)

Es sei $\Sigma = \{a, b, c\}$. Geben Sie einen NFA \mathcal{M}_2 an mit $w \in L(\mathcal{M}_2)$ genau dann, wenn

- ▶ es gibt $u, v \in \Sigma^*$ mit $w = ubabcv$,
- ▶ es gibt $u, v \in \Sigma^*$ mit $w = ucccv$, und

Aufgabe S6b)

Es sei $\Sigma = \{a, b, c\}$. Geben Sie einen NFA \mathcal{M}_2 an mit $w \in L(\mathcal{M}_2)$ genau dann, wenn

- ▶ es gibt $u, v \in \Sigma^*$ mit $w = ubabcv$,
- ▶ es gibt $u, v \in \Sigma^*$ mit $w = ucccv$, und
- ▶ es gibt kein $u \in \Sigma^*$ mit $w = au$.

Aufgabe S6b)

Es sei $\Sigma = \{a, b, c\}$. Geben Sie einen NFA \mathcal{M}_2 an mit $w \in L(\mathcal{M}_2)$ genau dann, wenn

- ▶ es gibt $u, v \in \Sigma^*$ mit $w = ubabcv$,
- ▶ es gibt $u, v \in \Sigma^*$ mit $w = ucccv$, und
- ▶ es gibt kein $u \in \Sigma^*$ mit $w = au$.

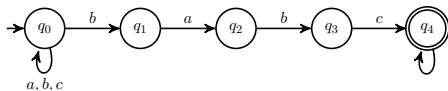
\mathcal{M}_2 entsteht als Produktautomat der folgenden drei Automaten:

Aufgabe S6b)

Es sei $\Sigma = \{a, b, c\}$. Geben Sie einen NFA \mathcal{M}_2 an mit $w \in L(\mathcal{M}_2)$ genau dann, wenn

- ▶ es gibt $u, v \in \Sigma^*$ mit $w = ubabcv$,
- ▶ es gibt $u, v \in \Sigma^*$ mit $w = ucccv$, und
- ▶ es gibt kein $u \in \Sigma^*$ mit $w = au$.

\mathcal{M}_2 entsteht als Produktautomat der folgenden drei Automaten:

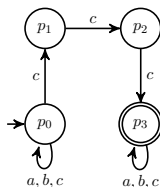
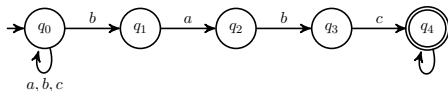


Aufgabe S6b)

Es sei $\Sigma = \{a, b, c\}$. Geben Sie einen NFA \mathcal{M}_2 an mit $w \in L(\mathcal{M}_2)$ genau dann, wenn

- ▶ es gibt $u, v \in \Sigma^*$ mit $w = ubabcv$,
- ▶ es gibt $u, v \in \Sigma^*$ mit $w = ucccv$, und
- ▶ es gibt kein $u \in \Sigma^*$ mit $w = au$.

\mathcal{M}_2 entsteht als Produktautomat der folgenden drei Automaten:

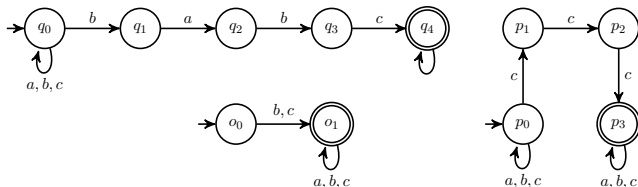


Aufgabe S6b)

Es sei $\Sigma = \{a, b, c\}$. Geben Sie einen NFA \mathcal{M}_2 an mit $w \in L(\mathcal{M}_2)$ genau dann, wenn

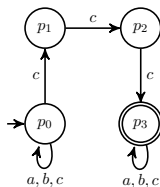
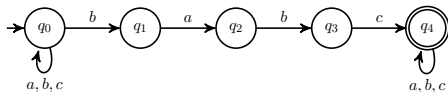
- ▶ es gibt $u, v \in \Sigma^*$ mit $w = ubabcv$,
- ▶ es gibt $u, v \in \Sigma^*$ mit $w = ucccv$, und
- ▶ es gibt kein $u \in \Sigma^*$ mit $w = au$.

\mathcal{M}_2 entsteht als Produktautomat der folgenden drei Automaten:



Aufgabe S6b)

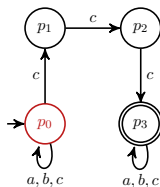
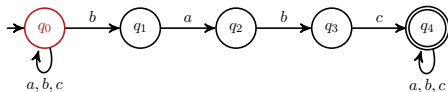
Erstes Produkt:



Konstruktion des Produktautomaten:

Aufgabe S6b)

Erstes Produkt:

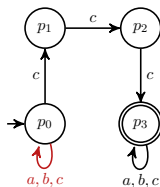
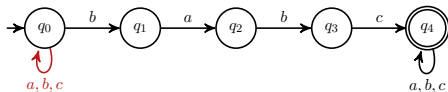


Konstruktion des Produktautomaten:



Aufgabe S6b)

Erstes Produkt:

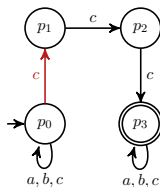
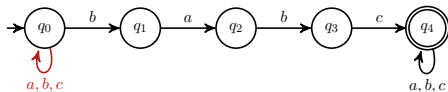


Konstruktion des Produktautomaten:

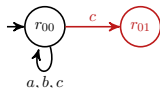


Aufgabe S6b)

Erstes Produkt:

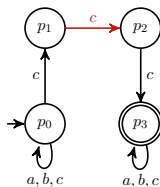
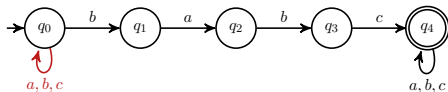


Konstruktion des Produktautomaten:

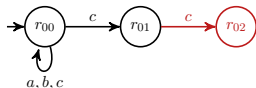


Aufgabe S6b)

Erstes Produkt:

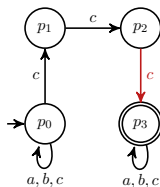
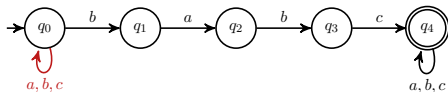


Konstruktion des Produktautomaten:

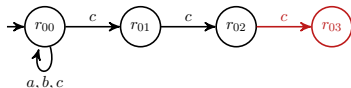


Aufgabe S6b)

Erstes Produkt:

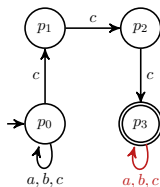
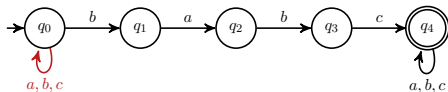


Konstruktion des Produktautomaten:

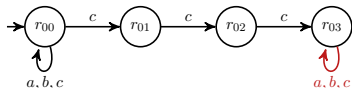


Aufgabe S6b)

Erstes Produkt:

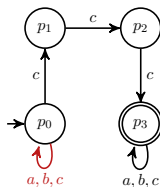
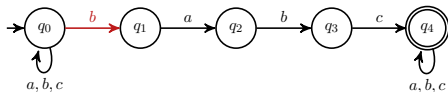


Konstruktion des Produktautomaten:

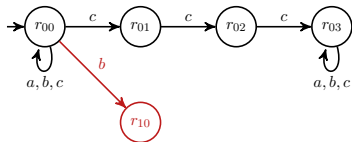


Aufgabe S6b)

Erstes Produkt:

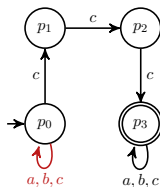
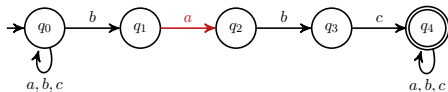


Konstruktion des Produktautomaten:

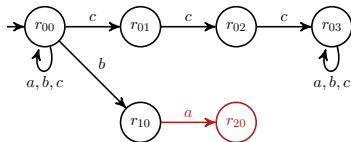


Aufgabe S6b)

Erstes Produkt:

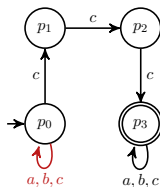
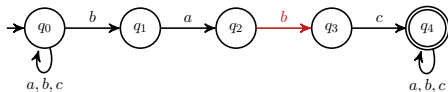


Konstruktion des Produktautomaten:

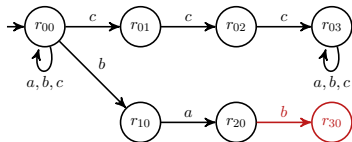


Aufgabe S6b)

Erstes Produkt:

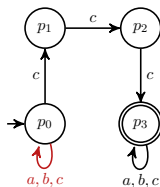
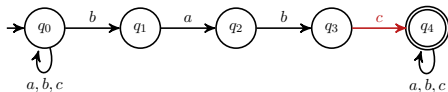


Konstruktion des Produktautomaten:

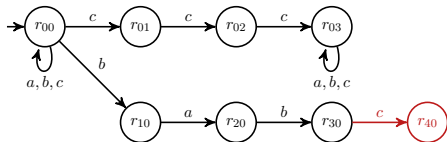


Aufgabe S6b)

Erstes Produkt:

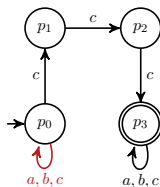
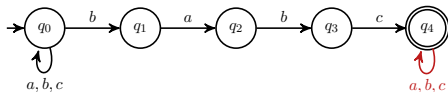


Konstruktion des Produktautomaten:

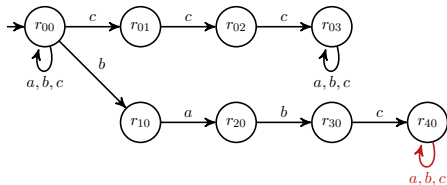


Aufgabe S6b)

Erstes Produkt:

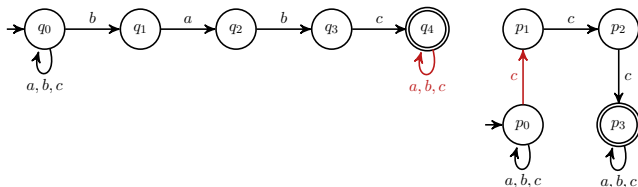


Konstruktion des Produktautomaten:

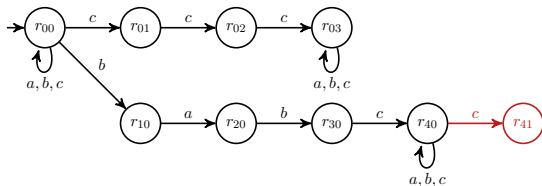


Aufgabe S6b)

Erstes Produkt:

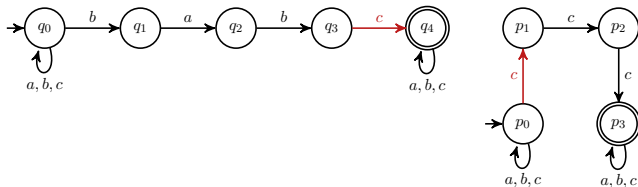


Konstruktion des Produktautomaten:

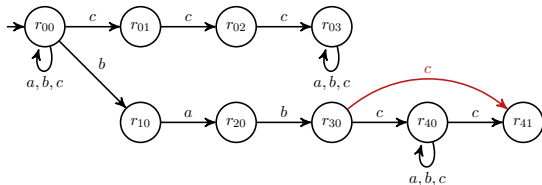


Aufgabe S6b)

Erstes Produkt:

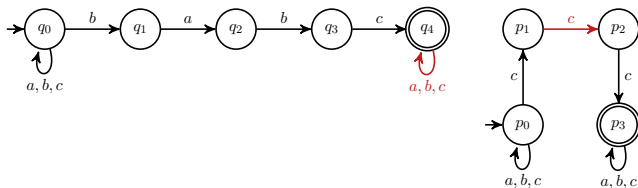


Konstruktion des Produktautomaten:

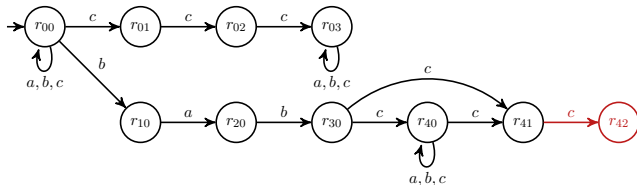


Aufgabe S6b)

Erstes Produkt:

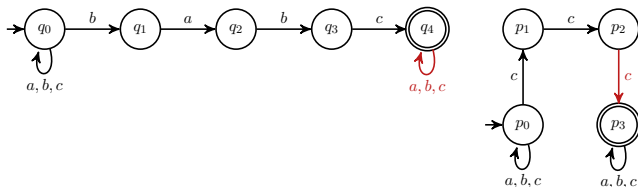


Konstruktion des Produktautomaten:

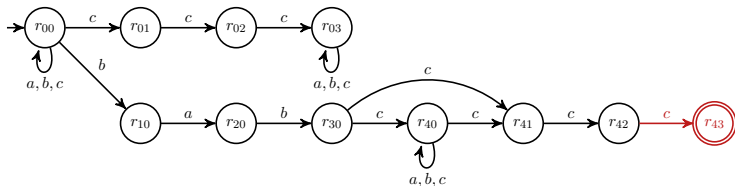


Aufgabe S6b)

Erstes Produkt:

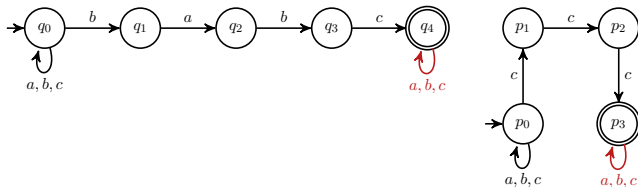


Konstruktion des Produktautomaten:

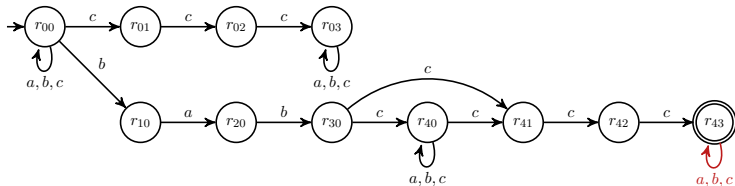


Aufgabe S6b)

Erstes Produkt:

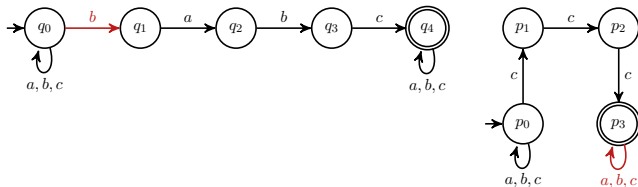


Konstruktion des Produktautomaten:

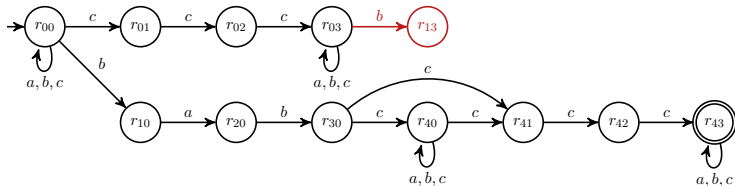


Aufgabe S6b)

Erstes Produkt:

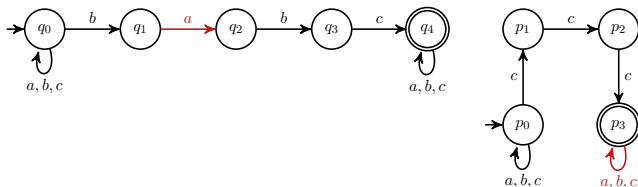


Konstruktion des Produktautomaten:

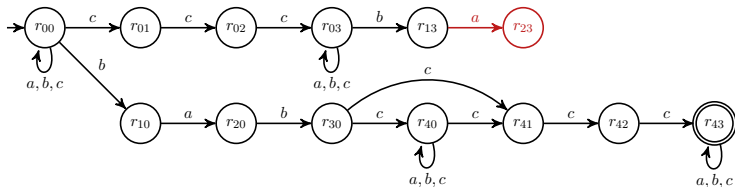


Aufgabe S6b)

Erstes Produkt:

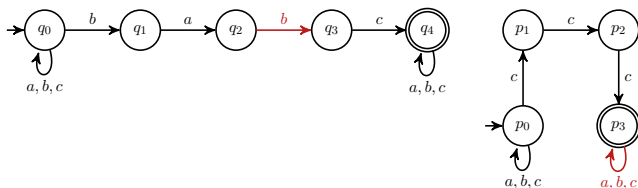


Konstruktion des Produktautomaten:

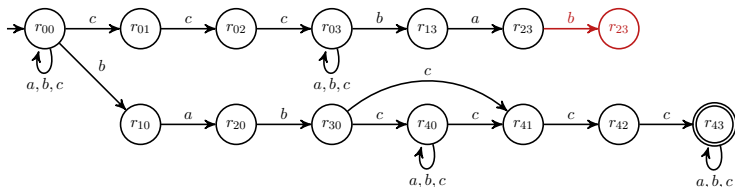


Aufgabe S6b)

Erstes Produkt:

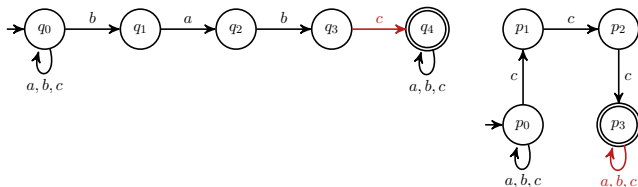


Konstruktion des Produktautomaten:

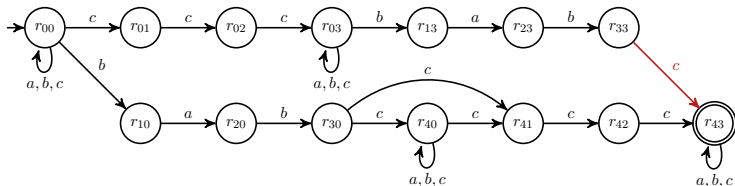


Aufgabe S6b)

Erstes Produkt:

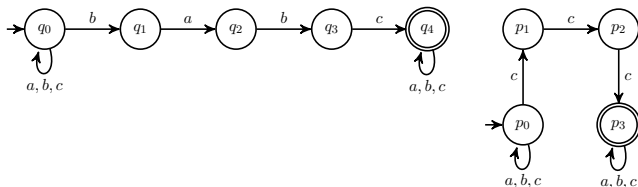


Konstruktion des Produktautomaten:

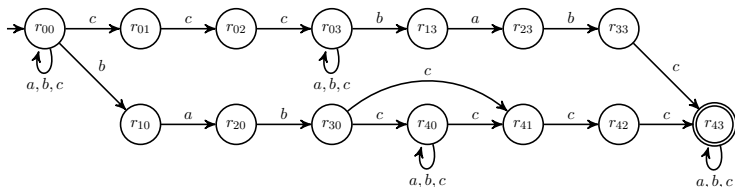


Aufgabe S6b)

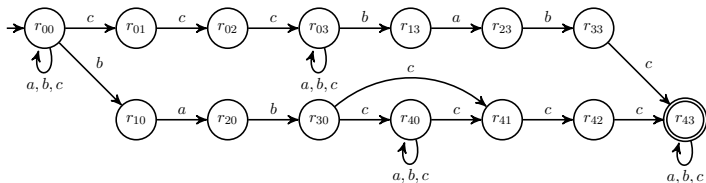
Erstes Produkt:



Konstruktion des Produktautomaten:

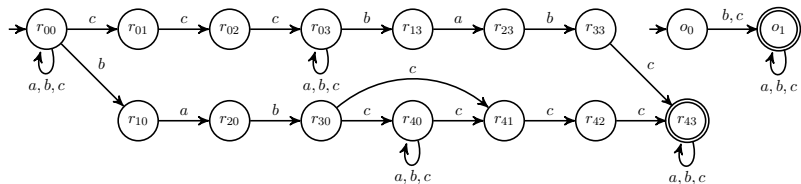


Aufgabe S6b)



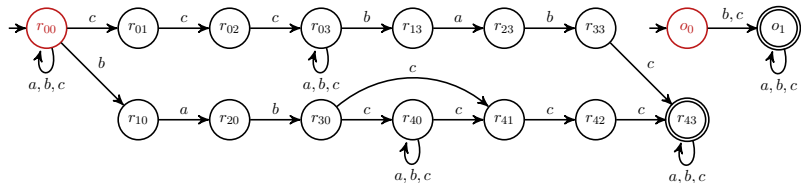
Konstruktion von \mathcal{M}_2 :

Aufgabe S6b)



Konstruktion von \mathcal{M}_2 :

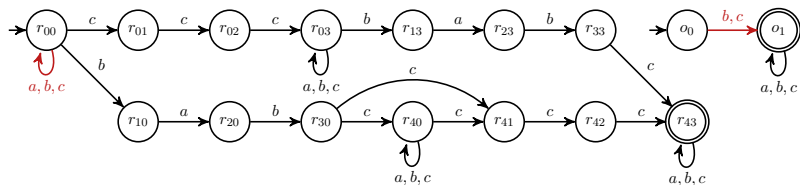
Aufgabe S6b)



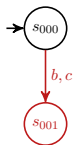
Konstruktion von \mathcal{M}_2 :



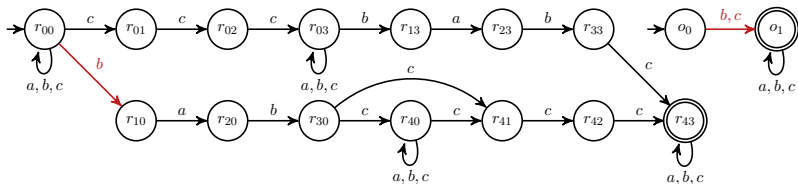
Aufgabe S6b)



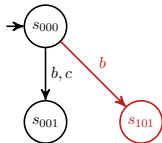
Konstruktion von \mathcal{M}_2 :



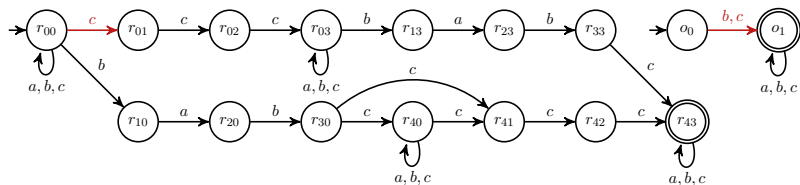
Aufgabe S6b)



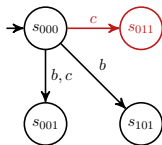
Konstruktion von \mathcal{M}_2 :



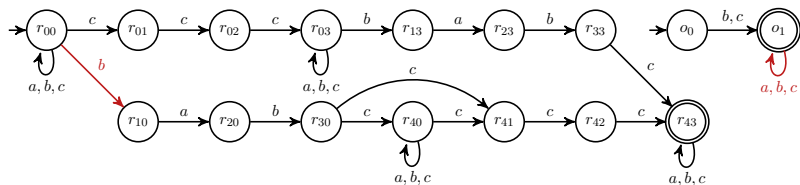
Aufgabe S6b)



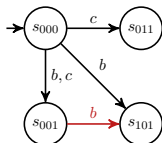
Konstruktion von \mathcal{M}_2 :



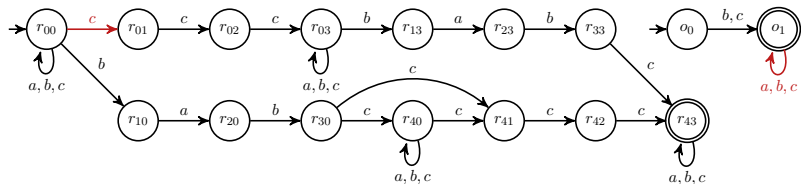
Aufgabe S6b)



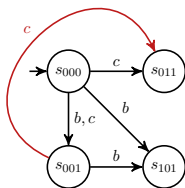
Konstruktion von \mathcal{M}_2 :



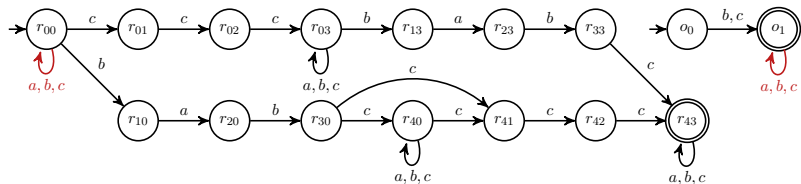
Aufgabe S6b)



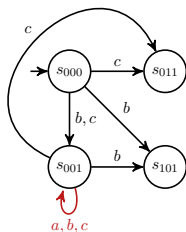
Konstruktion von \mathcal{M}_2 :



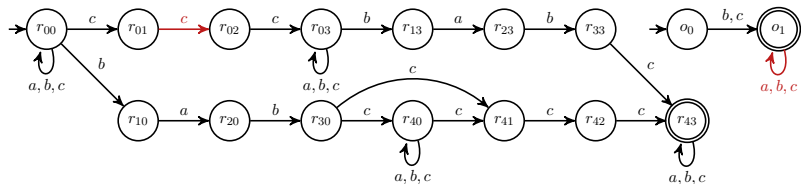
Aufgabe S6b)



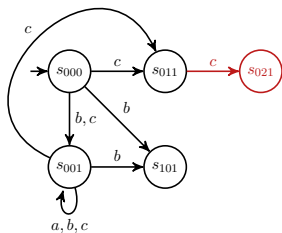
Konstruktion von \mathcal{M}_2 :



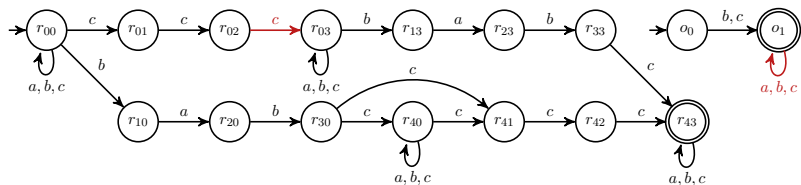
Aufgabe S6b)



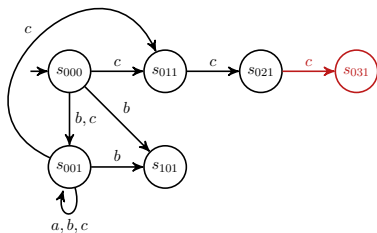
Konstruktion von \mathcal{M}_2 :



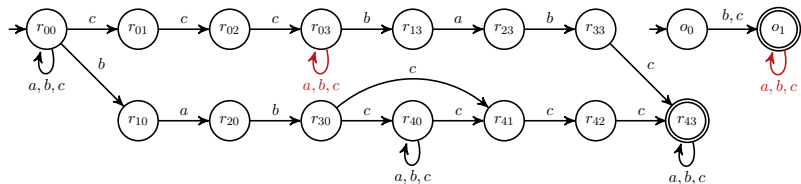
Aufgabe S6b)



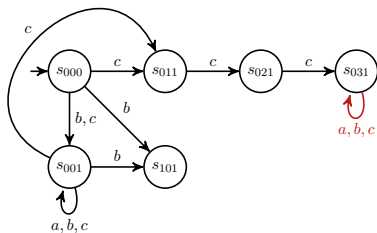
Konstruktion von \mathcal{M}_2 :



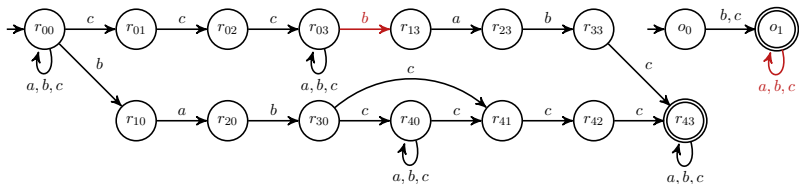
Aufgabe S6b)



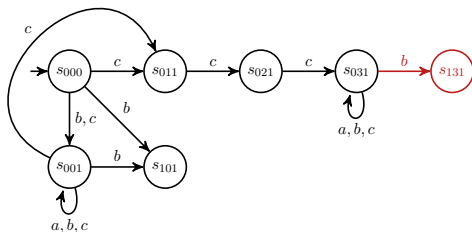
Konstruktion von \mathcal{M}_2 :



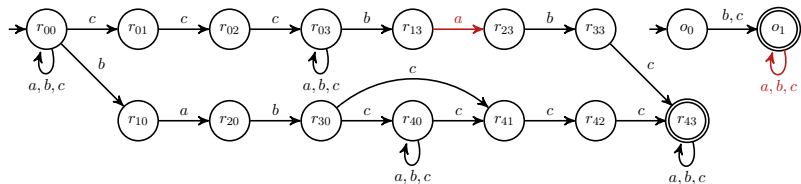
Aufgabe S6b)



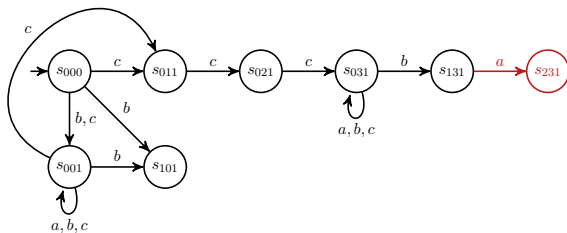
Konstruktion von \mathcal{M}_2 :



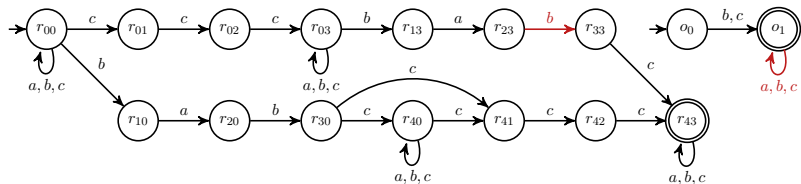
Aufgabe S6b)



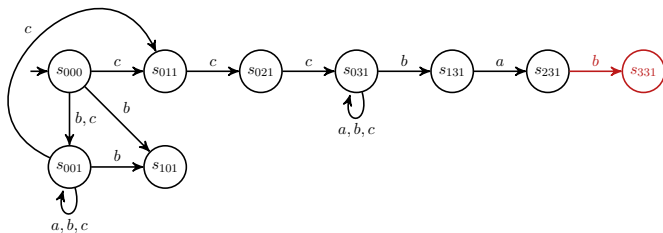
Konstruktion von \mathcal{M}_2 :



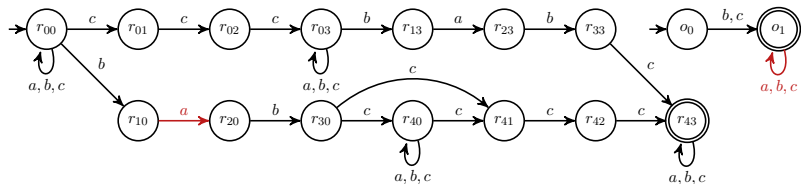
Aufgabe S6b)



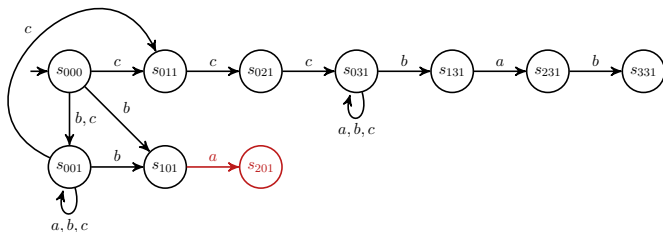
Konstruktion von \mathcal{M}_2 :



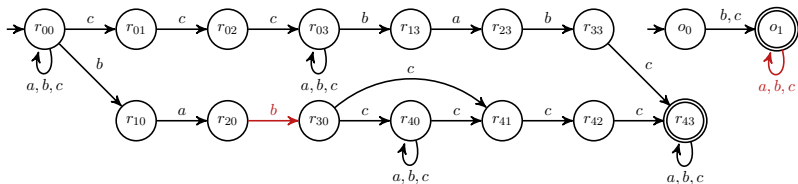
Aufgabe S6b)



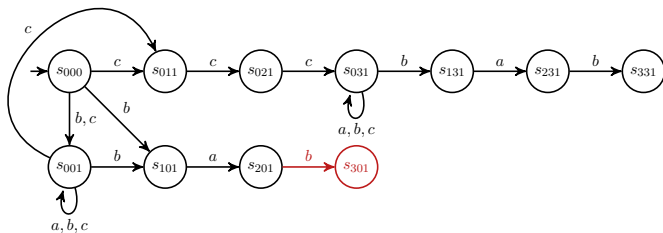
Konstruktion von \mathcal{M}_2 :



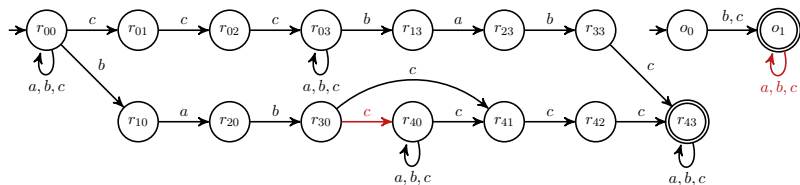
Aufgabe S6b)



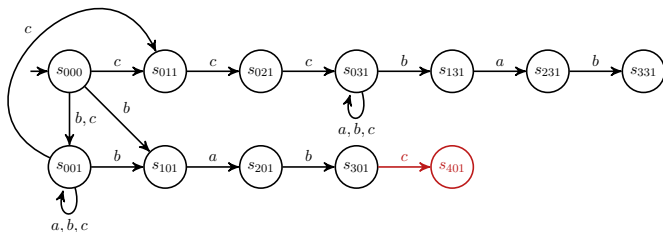
Konstruktion von \mathcal{M}_2 :



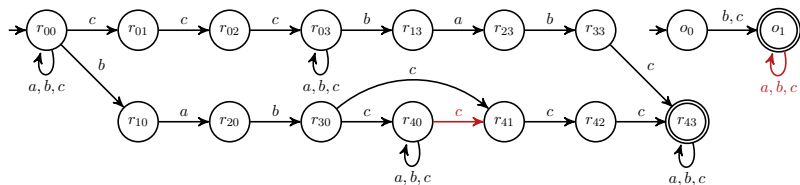
Aufgabe S6b)



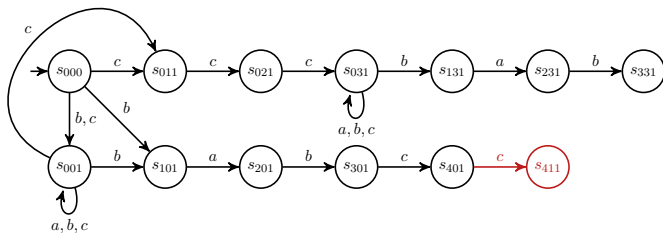
Konstruktion von \mathcal{M}_2 :



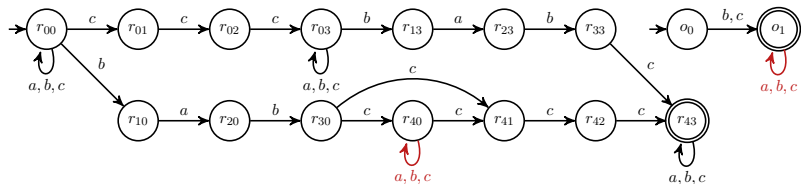
Aufgabe S6b)



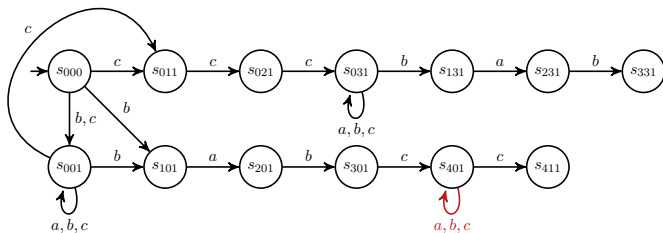
Konstruktion von \mathcal{M}_2 :



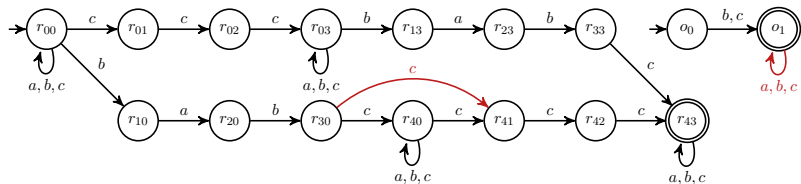
Aufgabe S6b)



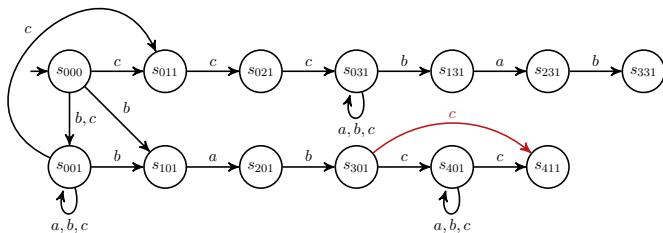
Konstruktion von \mathcal{M}_2 :



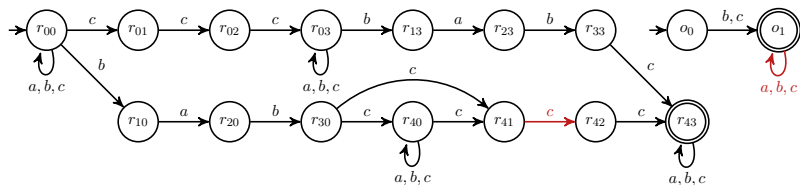
Aufgabe S6b)



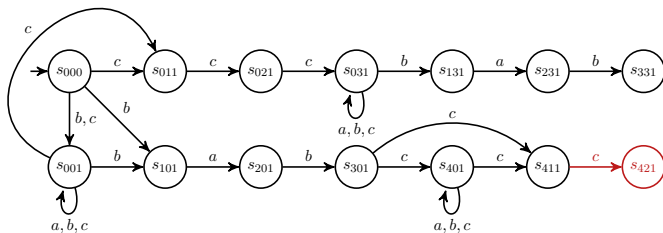
Konstruktion von \mathcal{M}_2 :



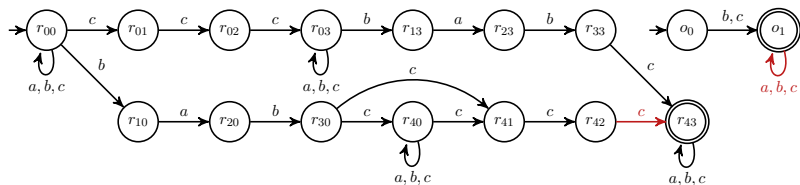
Aufgabe S6b)



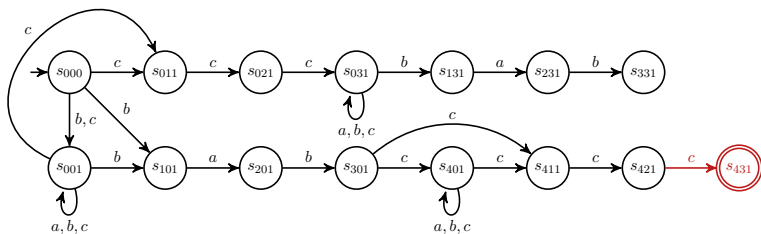
Konstruktion von \mathcal{M}_2 :



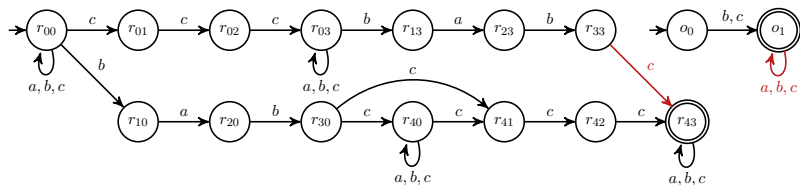
Aufgabe S6b)



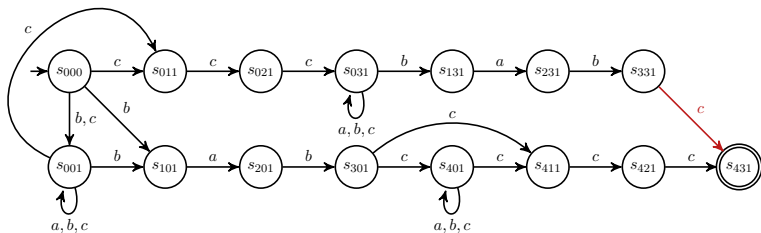
Konstruktion von \mathcal{M}_2 :



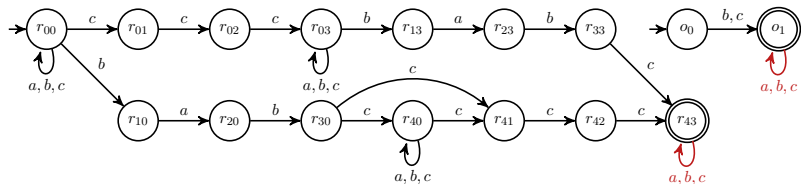
Aufgabe S6b)



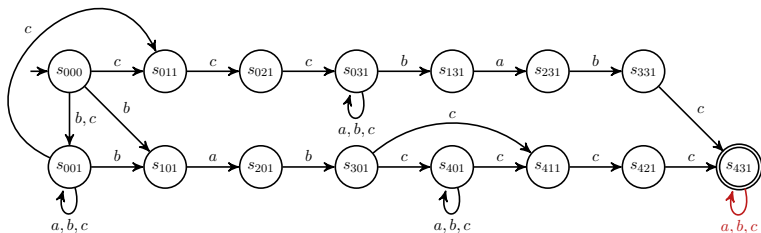
Konstruktion von \mathcal{M}_2 :



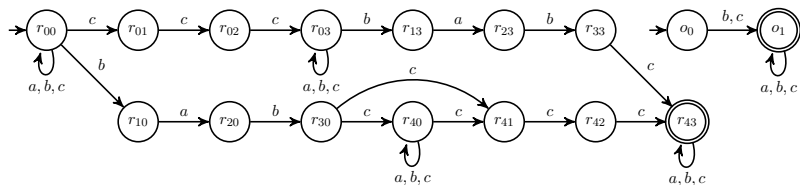
Aufgabe S6b)



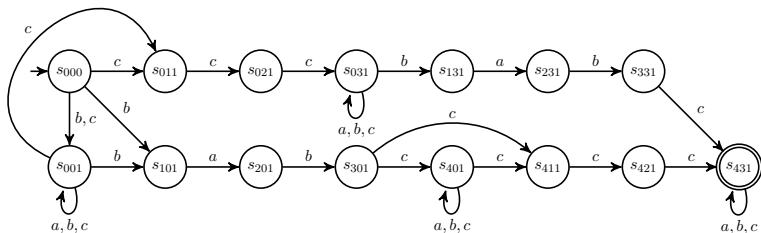
Konstruktion von \mathcal{M}_2 :



Aufgabe S6b)



Konstruktion von \mathcal{M}_2 :



Aufgabe S7)

Gegeben ist die kontextfreie Grammatik $G = (V, \Sigma, P, S)$ mit

$V = \{S, X, Y, T\}$, $\Sigma = \{a, b\}$ und

$P = \{S \rightarrow X \mid Y, X \rightarrow Tb \mid Xb, Y \rightarrow aT \mid aY, T \rightarrow \varepsilon \mid aTb\}$.

Geben Sie eine Grammatik G' an mit $L(G') = \{w \in \{a, b\}^* \mid w^R \in L(G)\}$, wobei w^R das gespiegelte Wort zu w ist.

Aufgabe S7)

Gegeben ist die kontextfreie Grammatik $G = (V, \Sigma, P, S)$ mit

$V = \{S, X, Y, T\}$, $\Sigma = \{a, b\}$ und

$P = \{S \rightarrow X \mid Y, X \rightarrow Tb \mid Xb, Y \rightarrow aT \mid aY, T \rightarrow \varepsilon \mid aTb\}$.

Geben Sie eine Grammatik G' an mit $L(G') = \{w \in \{a, b\}^* \mid w^R \in L(G)\}$, wobei w^R das gespiegelte Wort zu w ist.

$G' = (V, \Sigma, P', S)$ mit

$P' = \{A \rightarrow w^R \mid A \rightarrow w \in P, A \in V, w \in (\Sigma \cup V)^*\}$,

Aufgabe S7)

Gegeben ist die kontextfreie Grammatik $G = (V, \Sigma, P, S)$ mit
 $V = \{S, X, Y, T\}$, $\Sigma = \{a, b\}$ und
 $P = \{S \rightarrow X \mid Y, X \rightarrow Tb \mid Xb, Y \rightarrow aT \mid aY, T \rightarrow \varepsilon \mid aTb\}$.

Geben Sie eine Grammatik G' an mit $L(G') = \{w \in \{a, b\}^* \mid w^R \in L(G)\}$,
wobei w^R das gespiegelte Wort zu w ist.

$G' = (V, \Sigma, P', S)$ mit
 $P' = \{A \rightarrow w^R \mid A \rightarrow w \in P, A \in V, w \in (\Sigma \cup V)^*\}$,

d.h.

$$\begin{aligned} P' = \{ & S \rightarrow X \mid Y, \\ & X \rightarrow bT \mid bX, \\ & Y \rightarrow Ta \mid Ya, \\ & T \rightarrow \varepsilon \mid bTa\}. \end{aligned}$$

Aufgabe S7)

Gegeben ist die kontextfreie Grammatik $G = (V, \Sigma, P, S)$ mit
 $V = \{S, X, Y, T\}$, $\Sigma = \{a, b\}$ und
 $P = \{S \rightarrow X \mid Y, X \rightarrow Tb \mid Xb, Y \rightarrow aT \mid aY, T \rightarrow \varepsilon \mid aTb\}$.

Geben Sie eine Grammatik G' an mit $L(G') = \{w \in \{a, b\}^* \mid w^R \in L(G)\}$,
wobei w^R das gespiegelte Wort zu w ist.

$G' = (V, \Sigma, P', S)$ mit
 $P' = \{A \rightarrow w^R \mid A \rightarrow w \in P, A \in V, w \in (\Sigma \cup V)^*\}$,

d.h.

$$\begin{aligned} P' = \{ & S \rightarrow X \mid Y, \\ & X \rightarrow bT \mid bX, \\ & Y \rightarrow Ta \mid Ya, \\ & T \rightarrow \varepsilon \mid bTa\}. \end{aligned}$$

Aufgabe S7)

Gegeben ist die kontextfreie Grammatik $G = (V, \Sigma, P, S)$ mit
 $V = \{S, X, Y, T\}$, $\Sigma = \{a, b\}$ und
 $P = \{S \rightarrow X \mid Y, X \rightarrow Tb \mid Xb, Y \rightarrow aT \mid aY, T \rightarrow \varepsilon \mid aTb\}$.

Geben Sie eine Grammatik G' an mit $L(G') = \{w \in \{a, b\}^* \mid w^R \in L(G)\}$,
wobei w^R das gespiegelte Wort zu w ist.

$G' = (V, \Sigma, P', S)$ mit
 $P' = \{A \rightarrow w^R \mid A \rightarrow w \in P, A \in V, w \in (\Sigma \cup V)^*\}$,

d.h.

$$\begin{aligned} P' = \{ & S \rightarrow X \mid Y, \\ & X \rightarrow bT \mid bX, \\ & Y \rightarrow Ta \mid Ya, \\ & T \rightarrow \varepsilon \mid bTa\}. \end{aligned}$$

Aufgabe S7)

Gegeben ist die kontextfreie Grammatik $G = (V, \Sigma, P, S)$ mit
 $V = \{S, X, Y, T\}$, $\Sigma = \{a, b\}$ und
 $P = \{S \rightarrow X \mid Y, X \rightarrow Tb \mid Xb, Y \rightarrow aT \mid aY, T \rightarrow \varepsilon \mid aTb\}$.

Geben Sie eine Grammatik G' an mit $L(G') = \{w \in \{a, b\}^* \mid w^R \in L(G)\}$,
wobei w^R das gespiegelte Wort zu w ist.

$G' = (V, \Sigma, P', S)$ mit
 $P' = \{A \rightarrow w^R \mid A \rightarrow w \in P, A \in V, w \in (\Sigma \cup V)^*\}$,

d.h.

$$\begin{aligned} P' = \{ & S \rightarrow X \mid Y, \\ & X \rightarrow bT \mid bX, \\ & Y \rightarrow Ta \mid Ya, \\ & T \rightarrow \varepsilon \mid bTa\}. \end{aligned}$$

Aufgabe S8)

Gegeben ist die kontextfreie Grammatik $G = (V, \Sigma, P, S)$ mit
 $V = \{S, X, Y, T\}$, $\Sigma = \{a, b\}$ und
 $P = \{S \rightarrow X \mid Y, X \rightarrow Tb \mid Xb, Y \rightarrow aT \mid aY, T \rightarrow \varepsilon \mid aTb\}$.

Ist G eine ε -freie Grammatik? Wenn nicht, transformieren Sie G in eine ε -freie Grammatik G' . Begründen Sie Ihre Vorgehensweise.

Aufgabe S8)

Gegeben ist die kontextfreie Grammatik $G = (V, \Sigma, P, S)$ mit
 $V = \{S, X, Y, T\}$, $\Sigma = \{a, b\}$ und
 $P = \{S \rightarrow X \mid Y, X \rightarrow Tb \mid Xb, Y \rightarrow aT \mid aY, T \rightarrow \varepsilon \mid aTb\}$.

Ist G eine ε -freie Grammatik? Wenn nicht, transformieren Sie G in eine ε -freie Grammatik G' . Begründen Sie Ihre Vorgehensweise.

- ▶ G ist nicht ε -frei wegen $T \rightarrow \varepsilon$ und $X \rightarrow Tb$

Aufgabe S8)

Gegeben ist die kontextfreie Grammatik $G = (V, \Sigma, P, S)$ mit
 $V = \{S, X, Y, T\}$, $\Sigma = \{a, b\}$ und
 $P = \{S \rightarrow X \mid Y, X \rightarrow Tb \mid Xb, Y \rightarrow aT \mid aY, T \rightarrow \varepsilon \mid aTb\}$.

Ist G eine ε -freie Grammatik? Wenn nicht, transformieren Sie G in eine ε -freie Grammatik G' . Begründen Sie Ihre Vorgehensweise.

- ▶ G ist nicht ε -frei wegen $T \rightarrow \varepsilon$ und $X \rightarrow Tb$
- ▶ ε -Variablen $V_\varepsilon = \{A \in V \mid A \rightarrow \varepsilon \in P\} = \{T\}$.

Aufgabe S8)

Gegeben ist die kontextfreie Grammatik $G = (V, \Sigma, P, S)$ mit
 $V = \{S, X, Y, T\}$, $\Sigma = \{a, b\}$ und
 $P = \{S \rightarrow X \mid Y, X \rightarrow Tb \mid Xb, Y \rightarrow aT \mid aY, T \rightarrow \varepsilon \mid aTb\}$.

Ist G eine ε -freie Grammatik? Wenn nicht, transformieren Sie G in eine ε -freie Grammatik G' . Begründen Sie Ihre Vorgehensweise.

- ▶ G ist nicht ε -frei wegen $T \rightarrow \varepsilon$ und $X \rightarrow Tb$
- ▶ ε -Variablen $V_\varepsilon = \{A \in V \mid A \rightarrow \varepsilon \in P\} = \{T\}$.
- ▶ streiche ε -Regeln:

$$P' = \{S \rightarrow X \mid Y, X \rightarrow Tb \mid Xb, Y \rightarrow aT \mid aY, T \rightarrow aTb\}.$$

Aufgabe S8)

Gegeben ist die kontextfreie Grammatik $G = (V, \Sigma, P, S)$ mit
 $V = \{S, X, Y, T\}$, $\Sigma = \{a, b\}$ und
 $P = \{S \rightarrow X \mid Y, X \rightarrow Tb \mid Xb, Y \rightarrow aT \mid aY, T \rightarrow \varepsilon \mid aTb\}$.

Ist G eine ε -freie Grammatik? Wenn nicht, transformieren Sie G in eine ε -freie Grammatik G' . Begründen Sie Ihre Vorgehensweise.

- ▶ G ist nicht ε -frei wegen $T \rightarrow \varepsilon$ und $X \rightarrow Tb$
- ▶ ε -Variablen $V_\varepsilon = \{A \in V \mid A \rightarrow \varepsilon \in P\} = \{T\}$.
- ▶ streiche ε -Regeln:
 $P' = \{S \rightarrow X \mid Y, X \rightarrow Tb \mid Xb, Y \rightarrow aT \mid aY, T \rightarrow aTb\}$.
- ▶ Füge alle $B \rightarrow xy$ für $B \rightarrow xAy \in P'$ mit $A \in V_\varepsilon$, $|xy| \geq 1$ hinzu:

$$P' = \left\{ S \rightarrow X \mid Y, \quad X \rightarrow Tb \mid Xb \quad , \right. \\ \left. Y \rightarrow aT \mid aY \quad , \quad T \rightarrow aTb \quad \right\}.$$

Aufgabe S8)

Gegeben ist die kontextfreie Grammatik $G = (V, \Sigma, P, S)$ mit
 $V = \{S, X, Y, T\}$, $\Sigma = \{a, b\}$ und
 $P = \{S \rightarrow X \mid Y, X \rightarrow Tb \mid Xb, Y \rightarrow aT \mid aY, T \rightarrow \varepsilon \mid aTb\}$.

Ist G eine ε -freie Grammatik? Wenn nicht, transformieren Sie G in eine ε -freie Grammatik G' . Begründen Sie Ihre Vorgehensweise.

- ▶ G ist nicht ε -frei wegen $T \rightarrow \varepsilon$ und $X \rightarrow Tb$
- ▶ ε -Variablen $V_\varepsilon = \{A \in V \mid A \rightarrow \varepsilon \in P\} = \{T\}$.
- ▶ streiche ε -Regeln:
 $P' = \{S \rightarrow X \mid Y, X \rightarrow Tb \mid Xb, Y \rightarrow aT \mid aY, T \rightarrow aTb\}$.
- ▶ Füge alle $B \rightarrow xy$ für $B \rightarrow xAy \in P'$ mit $A \in V_\varepsilon$, $|xy| \geq 1$ hinzu:

$$P' = \left\{ S \rightarrow X \mid Y, \quad X \rightarrow Tb \mid Xb \mid b, \right. \\ \left. Y \rightarrow aT \mid aY, \quad T \rightarrow aTb \right\}.$$

Aufgabe S8)

Gegeben ist die kontextfreie Grammatik $G = (V, \Sigma, P, S)$ mit
 $V = \{S, X, Y, T\}$, $\Sigma = \{a, b\}$ und
 $P = \{S \rightarrow X \mid Y, X \rightarrow Tb \mid Xb, Y \rightarrow aT \mid aY, T \rightarrow \varepsilon \mid aTb\}$.

Ist G eine ε -freie Grammatik? Wenn nicht, transformieren Sie G in eine ε -freie Grammatik G' . Begründen Sie Ihre Vorgehensweise.

- ▶ G ist nicht ε -frei wegen $T \rightarrow \varepsilon$ und $X \rightarrow Tb$
- ▶ ε -Variablen $V_\varepsilon = \{A \in V \mid A \rightarrow \varepsilon \in P\} = \{T\}$.
- ▶ streiche ε -Regeln:
 $P' = \{S \rightarrow X \mid Y, X \rightarrow Tb \mid Xb, Y \rightarrow aT \mid aY, T \rightarrow aTb\}$.
- ▶ Füge alle $B \rightarrow xy$ für $B \rightarrow xAy \in P'$ mit $A \in V_\varepsilon$, $|xy| \geq 1$ hinzu:

$$P' = \left\{ \begin{array}{ll} S \rightarrow X \mid Y, & X \rightarrow Tb \mid Xb \mid b, \\ Y \rightarrow aT \mid aY \mid a, & T \rightarrow aTb \end{array} \right\}.$$

Aufgabe S8)

Gegeben ist die kontextfreie Grammatik $G = (V, \Sigma, P, S)$ mit
 $V = \{S, X, Y, T\}$, $\Sigma = \{a, b\}$ und
 $P = \{S \rightarrow X \mid Y, X \rightarrow Tb \mid Xb, Y \rightarrow aT \mid aY, T \rightarrow \varepsilon \mid aTb\}$.

Ist G eine ε -freie Grammatik? Wenn nicht, transformieren Sie G in eine ε -freie Grammatik G' . Begründen Sie Ihre Vorgehensweise.

- ▶ G ist nicht ε -frei wegen $T \rightarrow \varepsilon$ und $X \rightarrow Tb$
- ▶ ε -Variablen $V_\varepsilon = \{A \in V \mid A \rightarrow \varepsilon \in P\} = \{T\}$.
- ▶ streiche ε -Regeln:
 $P' = \{S \rightarrow X \mid Y, X \rightarrow Tb \mid Xb, Y \rightarrow aT \mid aY, T \rightarrow aTb\}$.
- ▶ Füge alle $B \rightarrow xy$ für $B \rightarrow xAy \in P'$ mit $A \in V_\varepsilon$, $|xy| \geq 1$ hinzu:

$$P' = \{S \rightarrow X \mid Y, \quad X \rightarrow Tb \mid Xb \mid b, \\ Y \rightarrow aT \mid aY \mid a, \quad T \rightarrow aTb \mid ab\}.$$

Aufgabe S8)

Gegeben ist die kontextfreie Grammatik $G = (V, \Sigma, P, S)$ mit
 $V = \{S, X, Y, T\}$, $\Sigma = \{a, b\}$ und
 $P = \{S \rightarrow X \mid Y, X \rightarrow Tb \mid Xb, Y \rightarrow aT \mid aY, T \rightarrow \varepsilon \mid aTb\}$.

Ist G eine ε -freie Grammatik? Wenn nicht, transformieren Sie G in eine ε -freie Grammatik G' . Begründen Sie Ihre Vorgehensweise.

- ▶ G ist nicht ε -frei wegen $T \rightarrow \varepsilon$ und $X \rightarrow Tb$
- ▶ ε -Variablen $V_\varepsilon = \{A \in V \mid A \rightarrow \varepsilon \in P\} = \{T\}$.
- ▶ streiche ε -Regeln:
 $P' = \{S \rightarrow X \mid Y, X \rightarrow Tb \mid Xb, Y \rightarrow aT \mid aY, T \rightarrow aTb\}$.
- ▶ Füge alle $B \rightarrow xy$ für $B \rightarrow xAy \in P'$ mit $A \in V_\varepsilon$, $|xy| \geq 1$ hinzu:

$$P' = \{S \rightarrow X \mid Y, \quad X \rightarrow Tb \mid Xb \mid b, \\ Y \rightarrow aT \mid aY \mid a, \quad T \rightarrow aTb \mid ab\}.$$

- ▶ $G' = (V, \Sigma, P', S)$ ist die gesuchte ε -freie Grammatik.

Aufgabe S9)

Geben Sie für jede der folgenden Grammatiken den maximalen Chomsky-Typ j an. Begründen Sie Ihre Antwort:

Aufgabe S9)

Geben Sie für jede der folgenden Grammatiken den maximalen Chomsky-Typ j an. Begründen Sie Ihre Antwort:

- ▶ $G_1 = (\{S\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow aS, S \rightarrow Sb, S \rightarrow a\}, S)$

Aufgabe S9)

Geben Sie für jede der folgenden Grammatiken den maximalen Chomsky-Typ j an. Begründen Sie Ihre Antwort:

▶ $G_1 = (\{S\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow aS, S \rightarrow Sb, S \rightarrow a\}, S)$

Typ 2, aber wegen $S \rightarrow aS$ und $S \rightarrow Sb$ **nicht Typ 3**

Aufgabe S9)

Geben Sie für jede der folgenden Grammatiken den maximalen Chomsky-Typ j an. Begründen Sie Ihre Antwort:

- ▶ $G_1 = (\{S\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow aS, S \rightarrow Sb, S \rightarrow a\}, S)$
Typ 2, aber wegen $S \rightarrow aS$ und $S \rightarrow Sb$ nicht Typ 3
- ▶ $G_2 = (\{S\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow aS, S \rightarrow SbS, S \rightarrow a\}, S)$

Aufgabe S9)

Geben Sie für jede der folgenden Grammatiken den maximalen Chomsky-Typ j an. Begründen Sie Ihre Antwort:

- ▶ $G_1 = (\{S\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow aS, S \rightarrow Sb, S \rightarrow a\}, S)$
Typ 2, aber wegen $S \rightarrow aS$ und $S \rightarrow Sb$ nicht Typ 3
- ▶ $G_2 = (\{S\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow aS, S \rightarrow SbS, S \rightarrow a\}, S)$
Typ 2, aber wegen $S \rightarrow SbS$ nicht Typ 3

Aufgabe S9)

Geben Sie für jede der folgenden Grammatiken den maximalen Chomsky-Typ j an. Begründen Sie Ihre Antwort:

- ▶ $G_1 = (\{S\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow aS, S \rightarrow Sb, S \rightarrow a\}, S)$
Typ 2, aber wegen $S \rightarrow aS$ und $S \rightarrow Sb$ nicht Typ 3
- ▶ $G_2 = (\{S\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow aS, S \rightarrow SbS, S \rightarrow a\}, S)$
Typ 2, aber wegen $S \rightarrow SbS$ nicht Typ 3
- ▶ $G_3 = (\{S, B\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow \varepsilon \mid aSb, aS \rightarrow aB, B \rightarrow bB \mid b\}, S)$

Aufgabe S9)

Geben Sie für jede der folgenden Grammatiken den maximalen Chomsky-Typ j an. Begründen Sie Ihre Antwort:

- ▶ $G_1 = (\{S\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow aS, S \rightarrow Sb, S \rightarrow a\}, S)$
Typ 2, aber wegen $S \rightarrow aS$ und $S \rightarrow Sb$ nicht Typ 3
- ▶ $G_2 = (\{S\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow aS, S \rightarrow SbS, S \rightarrow a\}, S)$
Typ 2, aber wegen $S \rightarrow SbS$ nicht Typ 3
- ▶ $G_3 = (\{S, B\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow \varepsilon \mid aSb, aS \rightarrow aB, B \rightarrow bB \mid b\}, S)$
Typ 0, aber wegen $aS \rightarrow aB$ **nicht Typ 2**, und wegen $S \rightarrow \varepsilon \mid aSb$ nicht Typ 1

Aufgabe S9)

Geben Sie für jede der folgenden Grammatiken den maximalen Chomsky-Typ j an. Begründen Sie Ihre Antwort:

- ▶ $G_1 = (\{S\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow aS, S \rightarrow Sb, S \rightarrow a\}, S)$
Typ 2, aber wegen $S \rightarrow aS$ und $S \rightarrow Sb$ nicht Typ 3
- ▶ $G_2 = (\{S\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow aS, S \rightarrow SbS, S \rightarrow a\}, S)$
Typ 2, aber wegen $S \rightarrow SbS$ nicht Typ 3
- ▶ $G_3 = (\{S, B\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow \varepsilon \mid aSb, aS \rightarrow aB, B \rightarrow bB \mid b\}, S)$
Typ 0, aber wegen $aS \rightarrow aB$ nicht Typ 2, und wegen $S \rightarrow \varepsilon \mid aSb$
nicht Typ 1

Aufgabe S9)

Geben Sie für jede der folgenden Grammatiken den maximalen Chomsky-Typ j an. Begründen Sie Ihre Antwort:

- ▶ $G_1 = (\{S\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow aS, S \rightarrow Sb, S \rightarrow a\}, S)$
Typ 2, aber wegen $S \rightarrow aS$ und $S \rightarrow Sb$ nicht Typ 3
- ▶ $G_2 = (\{S\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow aS, S \rightarrow SbS, S \rightarrow a\}, S)$
Typ 2, aber wegen $S \rightarrow SbS$ nicht Typ 3
- ▶ $G_3 = (\{S, B\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow \varepsilon \mid aSb, aS \rightarrow aB, B \rightarrow bB \mid b\}, S)$
Typ 0, aber wegen $aS \rightarrow aB$ nicht Typ 2, und wegen $S \rightarrow \varepsilon \mid aSb$ nicht Typ 1
- ▶ $G_4 = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow a, A \rightarrow b\}, S)$
Typ 3

Aufgabe S10)

Welche der folgenden Aussagen sind wahr? Begründen Sie Ihre Antwort.

Aufgabe S10)

Welche der folgenden Aussagen sind wahr? Begründen Sie Ihre Antwort.

- ▶ Für den regulären Ausdruck $\alpha = (b(ab \mid b)^*)^*(a \mid b)^*a$ gilt:
 $aba \in L(\alpha)$.

Aufgabe S10)

Welche der folgenden Aussagen sind wahr? Begründen Sie Ihre Antwort.

- ▶ Für den regulären Ausdruck $\alpha = (b(ab \mid b)^*)^*(a \mid b)^*a$ gilt:
 $aba \in L(\alpha)$.

wahr: $aba \in L\left(\left(b(ab \mid b)^*\right)^0(a \mid b)^2a\right)$

Aufgabe S10)

Welche der folgenden Aussagen sind wahr? Begründen Sie Ihre Antwort.

- ▶ Für den regulären Ausdruck $\alpha = (b(ab \mid b)^*)^*(a \mid b)^*a$ gilt:
 $aba \in L(\alpha)$.

wahr: $aba \in L\left(\left(b(ab \mid b)^*\right)^0(a \mid b)^2a\right)$

- ▶ Für die Grammatik $G = (\{S, X, Y, Z\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow Y, X \rightarrow b, Y \rightarrow aYYb, aY \rightarrow aZ, ZY \rightarrow ZX, Z \rightarrow a\}, S)$
gilt: $aabb \in L(G)$.

Aufgabe S10)

Welche der folgenden Aussagen sind wahr? Begründen Sie Ihre Antwort.

- ▶ Für den regulären Ausdruck $\alpha = (b(ab | b)^*)^*(a | b)^*a$ gilt:
 $aba \in L(\alpha)$.

wahr: $aba \in L\left(\left(b(ab | b)^*\right)^0(a | b)^2a\right)$

- ▶ Für die Grammatik $G = (\{S, X, Y, Z\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow Y, X \rightarrow b, Y \rightarrow aYYb, aY \rightarrow aZ, ZY \rightarrow ZX, Z \rightarrow a\}, S)$
gilt: $aabb \in L(G)$.

wahr: $S \rightarrow Y \rightarrow aYYb \rightarrow aZYb \rightarrow aZXb \rightarrow aaXb \rightarrow aabb$

Aufgabe S10)

Welche der folgenden Aussagen sind wahr? Begründen Sie Ihre Antwort.

- ▶ Für den regulären Ausdruck $\alpha = (b(ab \mid b)^*)^*(a \mid b)^*a$ gilt:
 $aba \in L(\alpha)$.

wahr: $aba \in L\left(\left(b(ab \mid b)^*\right)^0(a \mid b)^2a\right)$

- ▶ Für die Grammatik $G = (\{S, X, Y, Z\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow Y, X \rightarrow b, Y \rightarrow aYYb, aY \rightarrow aZ, ZY \rightarrow ZX, Z \rightarrow a\}, S)$
gilt: $aabb \in L(G)$.

wahr: $S \rightarrow Y \rightarrow aYYb \rightarrow aZYb \rightarrow aZXb \rightarrow aaXb \rightarrow aabb$

Aufgabe S10)

Welche der folgenden Aussagen sind wahr? Begründen Sie Ihre Antwort.

- ▶ Für den regulären Ausdruck $\alpha = (b(ab | b)^*)^*(a | b)^*a$ gilt:
 $aba \in L(\alpha)$.

wahr: $aba \in L\left(\left(b(ab | b)^*\right)^0(a | b)^2a\right)$

- ▶ Für die Grammatik $G = (\{S, X, Y, Z\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow Y, X \rightarrow b, Y \rightarrow aYYb, aY \rightarrow aZ, ZY \rightarrow ZX, Z \rightarrow a\}, S)$
gilt: $aabb \in L(G)$.

wahr: $S \rightarrow Y \rightarrow aYYb \rightarrow aZYb \rightarrow aZXb \rightarrow aaXb \rightarrow aabb$

Aufgabe S10)

Welche der folgenden Aussagen sind wahr? Begründen Sie Ihre Antwort.

- ▶ Für den regulären Ausdruck $\alpha = (b(ab | b)^*)^*(a | b)^*a$ gilt:
 $aba \in L(\alpha)$.

wahr: $aba \in L\left(\left(b(ab | b)^*\right)^0(a | b)^2a\right)$

- ▶ Für die Grammatik $G = (\{S, X, Y, Z\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow Y, X \rightarrow b, Y \rightarrow aYYb, aY \rightarrow aZ, ZY \rightarrow ZX, Z \rightarrow a\}, S)$
gilt: $aabb \in L(G)$.

wahr: $S \rightarrow Y \rightarrow aYYb \rightarrow aZYb \rightarrow aZXb \rightarrow aaXb \rightarrow aabb$

Aufgabe S10)

Welche der folgenden Aussagen sind wahr? Begründen Sie Ihre Antwort.

- ▶ Für den regulären Ausdruck $\alpha = (b(ab | b)^*)^*(a | b)^*a$ gilt:
 $aba \in L(\alpha)$.

wahr: $aba \in L\left(\left(b(ab | b)^*\right)^0(a | b)^2a\right)$

- ▶ Für die Grammatik $G = (\{S, X, Y, Z\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow Y, X \rightarrow b, Y \rightarrow aYYb, aY \rightarrow aZ, ZY \rightarrow ZX, Z \rightarrow a\}, S)$
gilt: $aabb \in L(G)$.

wahr: $S \rightarrow Y \rightarrow aYYb \rightarrow aZYb \rightarrow aZXb \rightarrow aaXb \rightarrow aabb$

Aufgabe S10)

Welche der folgenden Aussagen sind wahr? Begründen Sie Ihre Antwort.

- ▶ Für den regulären Ausdruck $\alpha = (b(ab \mid b)^*)^*(a \mid b)^*a$ gilt:
 $aba \in L(\alpha)$.

wahr: $aba \in L\left(\left(b(ab \mid b)^*\right)^0(a \mid b)^2a\right)$

- ▶ Für die Grammatik $G = (\{S, X, Y, Z\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow Y, X \rightarrow b, Y \rightarrow aYYb, aY \rightarrow aZ, ZY \rightarrow ZX, Z \rightarrow a\}, S)$
gilt: $aabb \in L(G)$.

wahr: $S \rightarrow Y \rightarrow aYYb \rightarrow aZYb \rightarrow aZXb \rightarrow aaxb \rightarrow aabb$

Aufgabe S10)

Welche der folgenden Aussagen sind wahr? Begründen Sie Ihre Antwort.

- ▶ Für den regulären Ausdruck $\alpha = (b(ab | b)^*)^*(a | b)^*a$ gilt:
 $aba \in L(\alpha)$.

wahr: $aba \in L\left(\left(b(ab | b)^*\right)^0(a | b)^2a\right)$

- ▶ Für die Grammatik $G = (\{S, X, Y, Z\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow Y, X \rightarrow b, Y \rightarrow aYYb, aY \rightarrow aZ, ZY \rightarrow ZX, Z \rightarrow a\}, S)$
gilt: $aabb \in L(G)$.

wahr: $S \rightarrow Y \rightarrow aYYb \rightarrow aZYb \rightarrow aZXb \rightarrow aaXb \rightarrow aabb$

Aufgabe S11)

Sei $\Sigma_1 = \{a, b\}$ und $\Sigma_2 = \{a, b, c\}$. Geben Sie für jede der folgenden Sprachen L_i einen regulären Ausdruck α_i mit $L_i = L(\alpha_i)$ an. Begründen Sie die von Ihnen gewählten regulären Ausdrücke α_i .

Aufgabe S11)

Sei $\Sigma_1 = \{a, b\}$ und $\Sigma_2 = \{a, b, c\}$. Geben Sie für jede der folgenden Sprachen L_i einen regulären Ausdruck α_i mit $L_i = L(\alpha_i)$ an. Begründen Sie die von Ihnen gewählten regulären Ausdrücke α_i .

- ▶ $L_1 = \{w \in \Sigma_1^* \mid w \text{ beginnt mit } a \text{ und } |w|_b \text{ ist gerade}\}$:

Aufgabe S11)

Sei $\Sigma_1 = \{a, b\}$ und $\Sigma_2 = \{a, b, c\}$. Geben Sie für jede der folgenden Sprachen L_i einen regulären Ausdruck α_i mit $L_i = L(\alpha_i)$ an. Begründen Sie die von Ihnen gewählten regulären Ausdrücke α_i .

- ▶ $L_1 = \{w \in \Sigma_1^* \mid w \text{ beginnt mit } a \text{ und } |w|_b \text{ ist gerade}\}$:
 $\alpha_1 = a(a^*ba^*b)^*a^*$

Aufgabe S11)

Sei $\Sigma_1 = \{a, b\}$ und $\Sigma_2 = \{a, b, c\}$. Geben Sie für jede der folgenden Sprachen L_i einen regulären Ausdruck α_i mit $L_i = L(\alpha_i)$ an. Begründen Sie die von Ihnen gewählten regulären Ausdrücke α_i .

- ▶ $L_1 = \{w \in \Sigma_1^* \mid w \text{ beginnt mit } a \text{ und } |w|_b \text{ ist gerade}\}$:
 $\alpha_1 = a(a^*ba^*b)^*a^*$
- ▶ $L_2 = \{w \in \Sigma_2^* \mid w \text{ beginnt mit } a \text{ und } |w|_b \text{ ist gerade}\}$:

Aufgabe S11)

Sei $\Sigma_1 = \{a, b\}$ und $\Sigma_2 = \{a, b, c\}$. Geben Sie für jede der folgenden Sprachen L_i einen regulären Ausdruck α_i mit $L_i = L(\alpha_i)$ an. Begründen Sie die von Ihnen gewählten regulären Ausdrücke α_i .

- ▶ $L_1 = \{w \in \Sigma_1^* \mid w \text{ beginnt mit } a \text{ und } |w|_b \text{ ist gerade}\}$:

$$\alpha_1 = a(a^*ba^*b)^*a^*$$

- ▶ $L_2 = \{w \in \Sigma_2^* \mid w \text{ beginnt mit } a \text{ und } |w|_b \text{ ist gerade}\}$:

$$\alpha_2 = a((a|c)^*b(a|c)^*b)^*(a|c)^*$$

Aufgabe S11)

Sei $\Sigma_1 = \{a, b\}$ und $\Sigma_2 = \{a, b, c\}$. Geben Sie für jede der folgenden Sprachen L_i einen regulären Ausdruck α_i mit $L_i = L(\alpha_i)$ an. Begründen Sie die von Ihnen gewählten regulären Ausdrücke α_i .

- ▶ $L_1 = \{w \in \Sigma_1^* \mid w \text{ beginnt mit } a \text{ und } |w|_b \text{ ist gerade}\}$:
 $\alpha_1 = a(a^*ba^*b)^*a^*$
- ▶ $L_2 = \{w \in \Sigma_2^* \mid w \text{ beginnt mit } a \text{ und } |w|_b \text{ ist gerade}\}$:
 $\alpha_2 = a((a|c)^*b(a|c)^*b)^*(a|c)^*$
- ▶ $\alpha_3 = \{w \in \Sigma_1^* \mid \text{es gibt kein } u, v \in \Sigma_1^* \text{ mit } w = uav\}$:

Aufgabe S11)

Sei $\Sigma_1 = \{a, b\}$ und $\Sigma_2 = \{a, b, c\}$. Geben Sie für jede der folgenden Sprachen L_i einen regulären Ausdruck α_i mit $L_i = L(\alpha_i)$ an. Begründen Sie die von Ihnen gewählten regulären Ausdrücke α_i .

- ▶ $L_1 = \{w \in \Sigma_1^* \mid w \text{ beginnt mit } a \text{ und } |w|_b \text{ ist gerade}\}$:
 $\alpha_1 = a(a^*ba^*b)^*a^*$
- ▶ $L_2 = \{w \in \Sigma_2^* \mid w \text{ beginnt mit } a \text{ und } |w|_b \text{ ist gerade}\}$:
 $\alpha_2 = a((a|c)^*b(a|c)^*b)^*(a|c)^*$
- ▶ $\alpha_3 = \{w \in \Sigma_1^* \mid \text{es gibt kein } u, v \in \Sigma_1^* \text{ mit } w = uav\}$:
 $\alpha_3 = b^*(ab^+)^*(a|\varepsilon)$

Aufgabe S11)

Sei $\Sigma_1 = \{a, b\}$ und $\Sigma_2 = \{a, b, c\}$. Geben Sie für jede der folgenden Sprachen L_i einen regulären Ausdruck α_i mit $L_i = L(\alpha_i)$ an. Begründen Sie die von Ihnen gewählten regulären Ausdrücke α_i .

- ▶ $L_1 = \{w \in \Sigma_1^* \mid w \text{ beginnt mit } a \text{ und } |w|_b \text{ ist gerade}\}$:
 $\alpha_1 = a(a^*ba^*b)^*a^*$
- ▶ $L_2 = \{w \in \Sigma_2^* \mid w \text{ beginnt mit } a \text{ und } |w|_b \text{ ist gerade}\}$:
 $\alpha_2 = a((a|c)^*b(a|c)^*b)^*(a|c)^*$
- ▶ $\alpha_3 = \{w \in \Sigma_1^* \mid \text{es gibt kein } u, v \in \Sigma_1^* \text{ mit } w = uaav\}$:
 $\alpha_3 = b^*(ab^+)^*(a|\varepsilon)$
- ▶ $L_4 = \{w \in \Sigma_2^* \mid \text{es gibt kein } u, v \in \Sigma_2^* \text{ mit } w = uaav\}$:

Aufgabe S11)

Sei $\Sigma_1 = \{a, b\}$ und $\Sigma_2 = \{a, b, c\}$. Geben Sie für jede der folgenden Sprachen L_i einen regulären Ausdruck α_i mit $L_i = L(\alpha_i)$ an. Begründen Sie die von Ihnen gewählten regulären Ausdrücke α_i .

- ▶ $L_1 = \{w \in \Sigma_1^* \mid w \text{ beginnt mit } a \text{ und } |w|_b \text{ ist gerade}\}$:
 $\alpha_1 = a(a^*ba^*b)^*a^*$
- ▶ $L_2 = \{w \in \Sigma_2^* \mid w \text{ beginnt mit } a \text{ und } |w|_b \text{ ist gerade}\}$:
 $\alpha_2 = a((a|c)^*b(a|c)^*b)^*(a|c)^*$
- ▶ $\alpha_3 = \{w \in \Sigma_1^* \mid \text{es gibt kein } u, v \in \Sigma_1^* \text{ mit } w = uaav\}$:
 $\alpha_3 = b^*(ab^+)^*(a|\varepsilon)$
- ▶ $L_4 = \{w \in \Sigma_2^* \mid \text{es gibt kein } u, v \in \Sigma_2^* \text{ mit } w = uaav\}$:
 $\alpha_4 = (b|c)^*(a(b|c)^+)^*(a|\varepsilon)$