

NAME DES DOZENTEN: BJÖRN-HELGE BUSCH / JOACHIM SAUER

**KLAUSUR I140
AUTOMATENTHEORIE UND FORMALE SPRACHEN**

QUARTAL: Q4/2014

Name des Prüflings:

Matrikelnummer:

Zenturie:

Dauer: 90 Min.

Seiten ohne Deckblatt und Infoblatt: 9

Datum: 03.12.2014

Hilfsmittel:

Bemerkungen:

- Infoblatt zur Klausur (siehe letzte Seite)
- Bitte kontrollieren Sie Ihr Klausurheft zu Beginn der Prüfung auf Vollständigkeit.

Es sind 90 Punkte erreichbar.

Zum Bestehen der Klausur sind 45 Punkte ausreichend.

Punkte für Aufgaben	
Aufgabe 1	von 10
Aufgabe 2	von 20
Aufgabe 3	von 26
Aufgabe 4	von 34
Insgesamt	von 90

Datum: _____

Note: _____

Ergänzungsprüfung: _____

Unterschrift: _____

Termin für Klausureinsicht: _____

Ort: _____

Aufgabe 1: Wortmengen und Wortfunktionen

- a) Erläutern Sie den Begriff Alphabet. Geben Sie die Notation anhand eines Beispiels an. (2 Punkte)
- b) Erläutern Sie anhand eines Beispiels, in welche Komponenten sich ein Wort w einer formalen Sprache L zerlegen lässt. Erläutern Sie, welche Sonderfälle bei der Zerlegung auftreten können. (2 Punkte)
- c) Erläutern Sie den Begriff Kleene-Abschluss und erklären Sie den Ausdruck Plus-Hülle des Kleene-Abschluss. (2 Punkte)
- d) Nennen Sie drei Möglichkeiten zur Modifikation von formalen Sprachen und stellen Sie diese anhand von Beispielen dar. (2 Punkte)

- e) Erläutern Sie den Ausdruck Potenz eines Zeichens b / eines Wortes w .
Welcher Potenz ist das leere Wort zuzuordnen? (2 Punkte)

Aufgabe 2: Deterministische Endliche Automaten – DEA

- a) Durch welche Eigenschaften zeichnet sich ein deterministischer endlicher Automat aus? (2 Punkte)

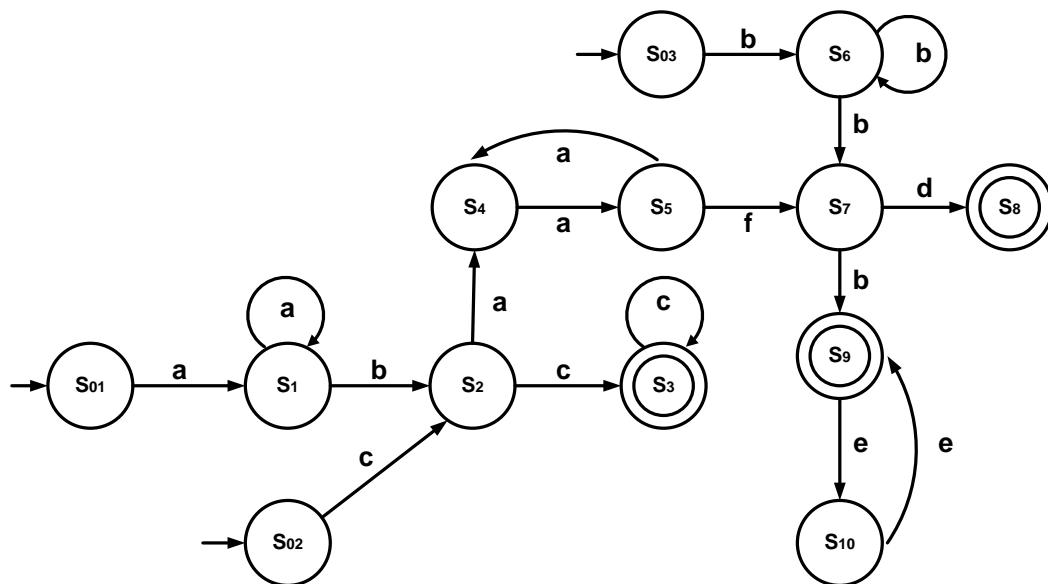
- b) Gegeben sind die Sprachen

$$L_1 = \{w \in \Sigma^* \mid w = uvk, u \in \{ee, ff\}^+, v \in \{c, d\}^*, k = \{aa\}^+\} \quad \text{und} \\ L_2 = \{w \in \Sigma^* \mid w = uv, u \in \{2, 3\}^+, v = 4^i, 5^j, i > 0, j \geq 0\}.$$

Konstruieren Sie einen nicht verallgemeinerten DEA A_3 , der ausschließlich die Sprache $L_3 = L_1 \circ L_2$ akzeptiert. Geben Sie die graphische Repräsentation mit markierten akzeptierenden Zuständen und die formale Beschreibung von A_3 inklusive der Aufschlüsselung der enthaltenen Mengen an. Auf eine Darstellung von δ_3 kann verzichtet werden. (8 Punkte)

- c) Erläutern Sie den Begriff Moore-Maschine anhand einer Skizze. Die dargestellte Moore-Maschine soll fünf Zustände beinhalten. Geben Sie die formale Beschreibung der Moore-Maschine mit Erläuterung der enthaltenen Mengen an (unter Bezug auf Ihre Skizze).
Wodurch unterscheidet sich die Moore-Maschine von der Mealy-Maschine?
(6 Punkte)

- d) Gegeben ist der Automat A_4 mit folgender graphischer Repräsentation. Geben Sie die von diesem Automaten akzeptierte Sprache L_4 wahlweise in algebraischer Form oder als regulären Ausdruck an (4 Punkte)



Aufgabe 3: Nichtdeterministische Endliche Automaten – NEA

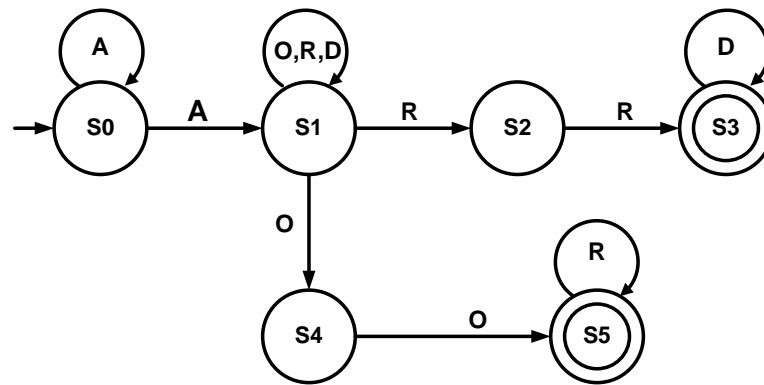
- a) Erläutern Sie den Begriff nichtdeterministischer Automat (2 Punkte)
- b) Was versteht man unter der Konfiguration eines Automaten? Erläutern Sie den Ausdruck Konfigurationssequenz. (2 Punkte)

- c) Gegeben sei die Sprache

$$L_5 = \left\{ w \in \Sigma^* \mid w = uvkl, u \in \{a, b, c, d\}^+, v \in \{aa, bb\}^*, k \in \{e, f\}^+, l = c^i d^j \right. \\ \left. i > 2, j \bmod 2 = 0 \right\}$$

Konstruieren Sie einen nicht verallgemeinerten NEA A_5 , der ausschließlich diese Sprache akzeptiert und geben Sie die Mächtigkeit der Sprache L_5 an. Die graphische Repräsentation des Automaten A_5 genügt; auf eine formale Beschreibung kann verzichtet werden. (8 Punkte)

d) Gegeben ist folgender graphisch dargestellter NEA A_6 .



Transformieren Sie A_6 in einen äquivalenten DEA DEA_6 . Benutzen Sie für die Transformation den tabellarischen Ansatz (Hinweis: Auf eine mengenwertige Darstellung kann in der Tabelle verzichtet werden). Geben Sie die formale Beschreibung von DEA_6 inklusive der Aufschlüsselung der enthaltenen Mengen an. Auf eine Darstellung von δ_6 und eine grafische Darstellung des konstruierten DEA kann verzichtet werden. (9 Punkte)

e) Veranschaulichen Sie die Wortverarbeitung eines NEA anhand des Trellis-Schemas. Verwenden Sie für Ihre Erläuterungen das Wort $w = AAARRROOR$, das von dem NEA A_6 aus Aufgabe 3 d) verarbeitet werden soll. (3 Punkte)

f) Skizzieren Sie einen Automaten, der nur das leere Wort akzeptiert. Erläutern Sie den Begriff Epsilon-Zykel anhand einer Skizze. (2 Punkte)

Aufgabe 4: Grammatiken

- a) Skizzieren Sie die Chomsky-Hierarchie und erläutern Sie die Unterschiede anhand der Ausdrucksmächtigkeit der klassifizierten Grammatiken (Hinweis: P enthält Regeln unterschiedlichen Typs zur Worterzeugung) (8 Punkte).
- b) Geben Sie eine anschauliche Erläuterung, warum Typ-3-Sprachen abgeschlossen gegenüber den Operationen Konkatenation und Vereinigung sind. Nutzen Sie ggf. Skizzen, um Ihre Ausführungen zu veranschaulichen. (2 Punkte).

- c) Kreuzen Sie an, welche Beschreibungskonzepte für reguläre Sprachen verwendet werden können (2 Punkte).
- ☐ Reguläre Ausdrücke
 - ☐ Push-Down-Automaten (PDA)
 - ☐ Rechtskongruenzen
 - ☐ Typ-0-Grammatiken
 - ☐ Linkslinare Grammatiken
 - ☐ Deterministische Turing-Maschinen
 - ☐ Epsilon-Automaten
 - ☐ Kontextsensitive Grammatiken
- d) Erläutern Sie die Begriffe mehrdeutige Grammatik und Syntaxbaum anhand einer Skizze (2 Punkte)
- e) Erläutern Sie die Funktionsweise eines Kellerautomaten anhand einer Skizze und geben Sie beispielhaft eine Sprache an, die durch einen Kellerautomaten (Push-Down-Automat) akzeptiert wird (4 Punkte)

f) Kreuzen Sie an, welche Entscheidungsprobleme für Typ 2-Sprachen lösbar sind. (2 Punkte)

- ☐ Wortproblem
- ☐ Leerheitsproblem
- ☐ Äquivalenzproblem
- ☐ Endlichkeitsproblem

g) Kreuzen Sie an, welche Entscheidungsprobleme für Typ 1-Sprachen lösbar sind. (2 Punkte)

- ☐ Wortproblem
- ☐ Leerheitsproblem
- ☐ Äquivalenzproblem
- ☐ Endlichkeitsproblem

h) Gegeben sind die Sprachen

- a. $L_6 = \{w \in \Sigma^* \mid w = \{a, b\}^+ \circ c^i \circ b^j \circ \{0, 1\}^*, i, j \geq 1\}$
- b. $L_7 = \{w \in \Sigma^* \mid w = a^i b^i c^i d^i, i \geq 1\}$
- c. $L_8 = \{w \in \Sigma^* \mid w = \{1, 0\}^* \{bd\}^i \{cd\}^i \{1, 0\}^+, i \geq 1\}$
- d. $L_9 = \Sigma^*$

Ordnen Sie die Sprachen gemäß der Chomsky-Hierarchie. Benutzen Sie für die Zuordnung das Pumping-Lemma, Automaten-skizzen oder beispielhafte Regelmengen P (12 Punkte).