

NAME DES DOZENTEN: BJÖRN-HELGE BUSCH

**KLAUSUR I140
AUTOMATENTHEORIE UND FORMALE SPRACHEN**

QUARTAL: Q2/2015

Name des Prüflings:

Matrikelnummer:

Zenturie:

Dauer: 90 Min.

Seiten ohne Deckblatt und Infoblatt: 14

Datum: 20.04.2015

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) Was versteht man unter einer formalen Sprache? Erläutern Sie die Eigenschaften und Abgrenzungskriterien zu natürlichen Sprachen. (2 Punkte)
- b) Gegeben sei ein Alphabet Σ . Geben Sie die Definition der Plushülle über Σ an und erläutern Sie diese. Handelt es sich bei der Plushülle über Σ über um eine abzählbar oder überabzählbar unendliche große Menge (mit Begründung). (2 Punkte)
- c) Geben Sie zwei Wortfunktionen mit Angabe des Definitions- und Wertebereichs mit üblicher (mengentheoretischer) Funktionsvorschrift an. Erläutern Sie die jeweiligen Zuordnungen von Definitions- und Wertebereich (2 Punkte).

- d) Handelt es sich bei der Sprache $L = \{w \in \Sigma^* \mid w = a^i b^j c^j a^i, i, j \geq 0\}$ um eine präfixfreie oder eine nicht-präfixfreie Sprache? Begründen Sie Ihre Antwort und erläutern Sie den Begriff der Präfixfreiheit. (2 Punkte)
- e) In welche drei Bestandteile lassen sich Wörter $w \in L$ in der Regel zerlegen. Welche Bedingung muss erfüllt sein, damit eine echte Zerlegung möglich ist? Geben Sie ein Beispiel für eine „unechte“ Zerlegung an. (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

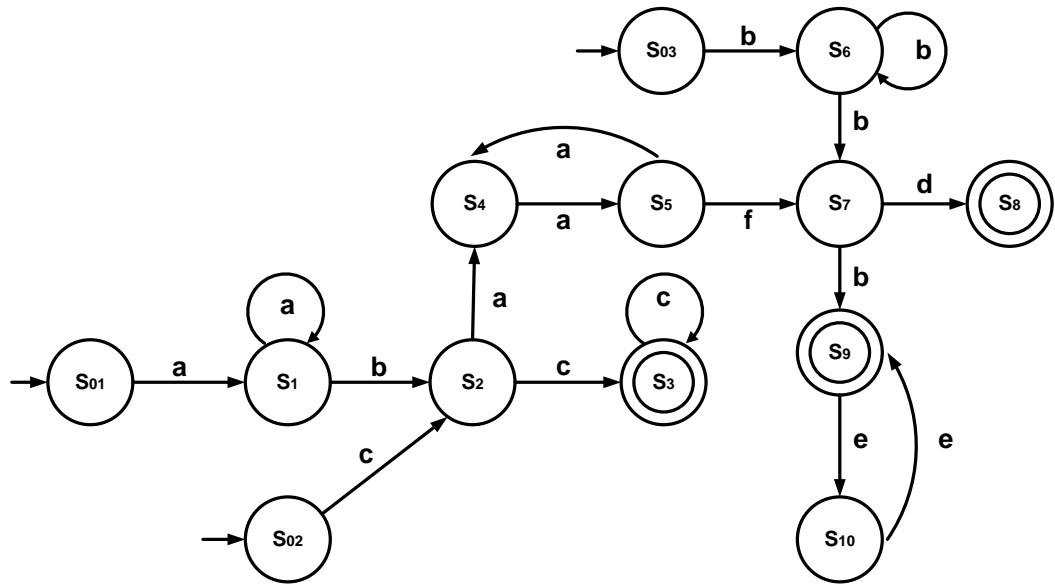
$$L_1 = \{w \in \Sigma^* \mid w = uvk, u \in \{ee, ff\}^+, v \in \{c, d\}^*, k = \{aa\}^+\} \quad \text{und} \\ L_2 = \{w \in \Sigma^* \mid w = uv, u \in \{2,3\}^+, v = 4^i 5^j, i > 0, j \geq 0\}.$$

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)

<Verwenden Sie die nächste Seite für Ihre Lösung.>

- c) Was versteht man unter dem Begriff Transduktor und erläutern Sie die beiden Grundtypen anhand skizzierter Automaten (mindestens sechs Zustände). (7 Punkte)

d) Gegeben sei der graphisch dargestellte Automat A_4 (4 Punkte)



Aufgabe 3: Nichtdeterministische Endliche Automaten – NEA

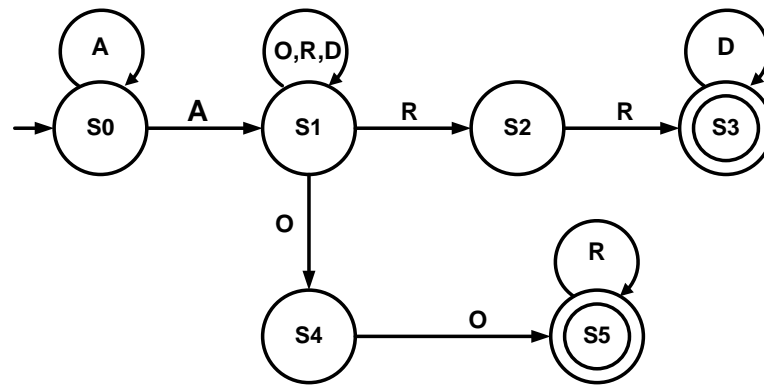
- a) Erläutern Sie den Begriff nichtdeterministischer Automat. (2 Punkte)
- b) Was versteht man unter der Konfiguration eines Automaten? Erläutern Sie den Ausdruck Konfigurationssequenz. (2 Punkte)

c) Gegeben sei die Sprache

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

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) Erläutern Sie die Funktionsweise eines Epsilon-Automaten anhand einer Skizze und einer beispielhaften Wortverarbeitung. (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). (10 Punkte)

- b) Kreuzen Sie an, welche Beschreibungskonzepte ausschließlich 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
- c) Erläutern Sie die Begriffe mehrdeutige Grammatik und Syntaxbaum anhand einer Skizze. (2 Punkte)

d) Erläutern Sie die Funktionsweise eines Kellerautomaten (Push-Down-Automat) anhand einer Skizze und geben Sie beispielhaft eine Sprache an, die durch einen Kellerautomaten akzeptiert wird. (4 Punkte)

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

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

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

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

g) 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).