

NAME: BJÖRN-HELGE BUSCH

NACHKLAUSUR: I140 AUTOMATENTHEORIE UND FORMALE SPRACHEN

QUARTAL: 4/2015

Name des Prüflings:

Matrikelnummer:

Zenturie:

Dauer: 90 Min

Seiten der *Klausur* **ohne** Deckblatt: 13

Datum: 19.11.2015

Hilfsmittel: Infoblatt zur Klausur (siehe letzte Seite)

Bemerkungen: Bitte kontrollieren Sie Ihr Klausurheft zu Beginn der Prüfung auf Vollständigkeit.

Anzahl Antwortseiten einzelnes kariertes Zusatzpapier:

(vom Prüfling auszufüllen)

Es sind **90 Punkte** erreichbar.

Zum Bestehen der Klausur sind maximal 45 Punkte ausreichend!

Aufgabe	Erreichbare Punkte	Erreichte Punkte
Aufgabe 1	10	
Aufgabe 2	30	
Aufgabe 3	20	
Aufgabe 4	30	
Gesamt	90	

Note: _____

Prozentsatz: _____

Ergänzungsprüfung: _____

Datum: _____

Unterschrift: _____

Datum: _____

Unterschrift: _____

- a) Gegeben sei eine beliebige nichtleere formale Sprache L_1 . Wie wird L_1^* erzeugt und welche Mächtigkeit besitzt L_1^* ? Erläutern Sie die Abgrenzung zu L_1^+ . (2 Punkte)
- b) Erläutern Sie den Begriff Alphabet. Wie wird dieses notiert und welche Relation wird im Allgemeinen zur Darstellung des Alphabets (und formaler Sprachen bei der Aufzählung der Elemente) vereinbart? (2 Punkte)

- c) Geben Sie zwei Wortfunktionen mit Angabe des jeweiligen Definitions- und Wertebereichs mit üblicher (mengentheoretischer) Funktionsvorschrift an. Erläutern Sie die jeweiligen Zuordnungen von Definitions- und Wertebereich. (2 Punkte)
- d) Erläutern Sie den Begriff Potenz eines Zeichens. Erläutern Sie, warum jedes Zeichen $a \in \Sigma$ auch ein Element einer formalen Sprache $L \subseteq \Sigma^*$ sein kann. (2 Punkte)
- e) In welche drei Bestandteile lassen sich Wörter $w \in \Sigma^*$ in der Regel zerlegen? Welche Bedingung muss erfüllt sein, damit eine echte Zerlegung möglich ist? Geben Sie ein Beispiel für eine Zerlegung an, die nicht echt ist. (2 Punkte)

- a) Erläutern Sie die Begriffe endlicher Automat und Zustandsüberföhrungs-funktion. (2 Punkte)
- b) Was versteht man unter der reflexiv-transitiven Hölle der Zustandsüber-föhrungsfunktion eines DEA? (2 Punkte)
- c) Erläutern Sie den Begriff Epsilon-Automat mithilfe einer Skizze. Geben Sie ein sinnvolles Beispiel für die Nutzung dieses EA-Konzepts an. (2 Punkte)

- d) Erläutern Sie den Begriff Moore-Maschine. Skizzieren Sie dazu eine Moore-Maschine mit mindestens fünf Zuständen. Warum spricht man im Zusammenhang von Moore-Maschinen auch von transformierenden Systemen? (4 Punkte)
- e) Erläutern Sie das Konzept eines verallgemeinerten endlichen Automaten anhand eines Beispiels. (2 Punkte)
- f) Erläutern Sie den Begriff totaler Automat anhand eines Beispiels. (2 Punkte)

g) Gegeben sind die Sprachen

$$L_2 = \{w \in \Sigma^* \mid w = \{aa, ca\}^* \{bb, dd\}^+ e^i, i > 2\} \text{ und} \\ L_3 = \{w \in \Sigma^* \mid w = e^j c^k \{aa, ac\}^+ \{bb, dd\}^*, j > 1, k > 0\}.$$

Konstruieren Sie einen nicht verallgemeinerten DEA A_4 , der ausschließlich die Sprache $L_4 = L_2 \cup L_3$ akzeptiert. Geben Sie die graphische Repräsentation mit markierten akzeptierenden Zuständen und die formale Beschreibung von A_4 inklusive der Aufschlüsselung der enthaltenen Mengen an. Auf eine Darstellung von δ_4 kann verzichtet werden. (8 Punkte)

h) Gegeben sei die Sprache

$$L_5 = \{w \in \Sigma^* | w = \{a, b, c\}^+ \{cc\} \{a\}^+\}$$

Konstruieren Sie den korrespondierenden NEA A_5 (Automatengraph genügt) und demonstrieren Sie die Äquivalenz zwischen NEA und DEA, indem Sie A_5 in einen äquivalenten DEA A_5^* transformieren. Nutzen Sie dafür den tabellarischen Ansatz und zeichnen Sie den Graphen von A_5^* . (8 Punkte)

a) Erläutern Sie die Begriffe Thue-System und Semi-Thue-System. (2 Punkte)

b) Gegeben ist die Sprache $L_6 = \{w \in \Sigma^* \mid w = \{1, 2, 3\}\{l, m\}^*\{aa, bb\}^+\}$. Geben Sie die (nicht verallgemeinerte) Grammatik G_6 mit der Regelmenge P_6 an, die ausschließlich die Sprache L_6 erzeugt, und leiten Sie mithilfe dieser Regeln das Wort $w = 1llaabb$ mit vollständiger Angabe der Satzformen ab. (5 Punkte)

- c) Erläutern Sie die Begriffe Syntaxbaum und mehrdeutige Grammatik. Was versteht man unter einer inhärent mehrdeutigen Grammatik? (2 Punkte)

- d) Erläutern Sie die Begriffe Chomsky-Normalform und Greibach-Normalform und geben Sie für die Sprache

$$L_7 = \{w \in \Sigma^* \mid \{a, c\}^+ b^i d^i, i > 0\}$$

die Regelmengen ***P*** jeweils in Chomsky-Normalform und Greibach-Normalform an. (6 Punkte)

e) Gegeben sei die Sprache

$$L_8 = \{w \in \Sigma^* \mid w = \{a, c\}^+ b^j d^j c^i, i \geq 0, j \geq 1\}$$

Geben Sie die (nicht verallgemeinerte) Grammatik G_8 mit der Regelmenge P_8 an und konstruieren Sie den korrespondierenden Kellerautomaten K_8 mit der Zustandsübergangsfunktion δ_8 . (5 Punkte)

- 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). Geben Sie ferner die Abschlusseigenschaften der jeweiligen Sprachklassen gegenüber den Operationen Schnitt, Vereinigung, Differenz, Komplement, Konkatenation und Spiegelung an. (12 Punkte)

- b) Zeigen Sie mithilfe einer Skizze, dass das Alphabet Σ zur Klasse der regulären Sprache gehört. (2 Punkte)
- c) Zeigen Sie mithilfe einer Skizze, dass das Kleene-Stern-Produkt über einem Alphabet Σ zur Klasse der regulären Sprache gehört. (2 Punkte)
- d) Erläutern Sie mithilfe von Skizzen, dass die Klasse der regulären Sprachen abgeschlossen gegenüber der Vereinigung und der Konkatenation ist. (4 Punkte)

e) Gegeben seien die Sprachen

$$\begin{aligned}L_9 &= \{w \in \Sigma^* \mid w = \{b, e\}^* a^i f^j e^j a^i \{b, e\}^+, i > 1, j > 1\} \\L_{10} &= \{w \in \Sigma^* \mid w = \{ccc, ddd\} b^i d^i e^i \{a, c\}^*, i > 0\} \\L_{11} &= \{w \in \Sigma^* \mid w = \{a, c\}^+ b^{2i} \{ccc\} e^j, i > 1, j > 0\}\end{aligned}$$

Testen Sie mithilfe des Pumping-Lemmas, ob es sich um Typ 3, Typ 2 oder Typ1/Typ0 Sprachen handeln könnte und geben Sie für die jeweilige Zerlegung, sofern möglich, die Pumping-Lemma-Zahl an. (6 Punkte)

f) Kreuzen Sie an, welche Entscheidungsprobleme für Typ 0-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) Kreuzen Sie an, welche Entscheidungsprobleme für Typ 2-Sprachen lösbar sind. (2 Punkte)

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