

## Theoretische Informatik: Automaten & Sprachen (LB8A)

Erwartungshorizont

### Aufgabe 1: formale Sprachen (15 BE)

- (a) natürlichen Sprachen: historisch gewachsene Sprachen (Deutsch, Englisch...)  
 künstlichen Sprachen: von Menschen geschaffene Sprachen ohne langen historischen Hintergrund, i.d.R. zur Lösung eines Problems (Esperanto, Dyck, Klingonisch...) [3 BE]  
 Zuordnung der formalen Sprachen: gehört zu den künstlichen Sprachen (Dyck-Sprache) [1 BE]
- (b) Grammatiktypen nach Chomsky  
 Neben der „Typ 0“-Grammatik: kontextsensitiv (Typ 1), kontextfrei (Typ 2), regulär (Typ 3) [3 BE]  
 Verbindung untereinander:  $\text{Typ3} \subset \text{Typ2} \subset \text{Typ1} \subset \text{Typ0}$  [1 BE]  
Eine genauer Beschrieben:
- Typ 0: Grammatik ohne spezifische Regel, Erkennbar durch Turingmaschine  
 Typ 1: kontextsensitiv //  $(\forall u, v). (u \rightarrow v \Rightarrow |u| \leq |v|)$  außer  $S \rightarrow \epsilon$  // d.h. ein Wort wird beim Ableiten niemals kürzer; einzige Ausnahme: das Startsymbol S darf zu  $\epsilon$  abgeleitet werden.  
 Typ 2: kontextfrei //  $(\forall X \in N \wedge a \in \Sigma^*) . (X \rightarrow a)$  // d.h. alle Produktionsregeln haben ausschließlich ein einziges Nichtterminalsymbol auf der linken Seite, welches zu einem beliebigen Wort abgeleitet wird.  
 Typ 3: regulär //  $(\forall X, Y \in N \wedge v \in T). (X \rightarrow aY \mid a \mid \epsilon)$  // d.h. alle Produktionsregeln haben auf der linken Seite genau ein Nichtterminal-Symbol, welches zu genau einem Terminal- gefolgt von einem Nichtterminal abgeleitet wird - oder einem Terminal - oder dem leeren Wort  $\epsilon$  abgeleitet wird. [1 BE]
- (c) Zwei Worte aus G: z.B.: „aabb“, „ab“, .... [2BE]  
 Aufbau der Grammatik: N: Nichtterminalsymbole, T: Terminalsymbole, S: Startsymbol und P: Produktionsregeln [2 BE]  
 Bildungsvorschrift :  $L(G) = \{ a^n b^n \mid n \geq 1 \}$  z.B.: „aabb“ [1 BE]
- (d) Einordnung von G nach Chomsky: G ist kontextfrei (aber nicht regulär) [1 BE]  
 Was, wenn die Regel  $S \rightarrow \epsilon$  entfällt? Die Grammatik würde keine endlichen Worte erzeugen können [1 BE]

### Aufgabe 2: Automaten (15 BE)

- (a) Aufbau des Automaten: Startzustand:  $q_0$ , Finalzustand:  $q_3$ , Schleifen in  $q_1, q_2$  nur eine Transition mit b enthalten [4 BE]  
 Erkennbare Worte:  $L(A) = (aa^* \cup \{b, \epsilon\} \cup a^*a)$  // d.h. das Wort muss mit „a“ beginnen und mit „a“ enden. Das Wort darf sonst aus beliebig vielen „a“ bestehen. In dem Wort darf nur maximal ein b vorkommen. [1 BE]
- (b) Beweis Nichtdeterminismus:  $\exists (q_0, a, q_1) \wedge (q_0, a, q_2)$  // d.h. es existieren zwei Transitionen vom Startzustand in zwei verschiedene Folgezustände mit dem gleichen Literal. Bei einem deterministischen Automaten muss der Folgezustand stets eindeutig sein, bei einem nichtdeterministischen Automaten muss dies nicht gelten [3 BE]
- (c) Entworfenen Automat: Initialzustand & Finalzustand korrekt gewählt [1 BE], Automat erkennt nur korrekte Sätze [1BE], Adjektive optional [1BE], Automat erkennt alle korrekten Sätze [1BE] [Automat: Anhang]
- (d) Stellung zur Aussage: Korrekt, ein Automat kann nicht zählen (im Gegensatz zum Kellerautomaten). Er weiß somit nicht, wann er die Hälfte des Wortes gelesen hat. Ein nichtdeterministischer Automat kann die Wortmitte jedoch „erraten“ – denn es genügt, wenn ein gültiger Weg (vom Initial- zum Finalzustand) existiert. [3BE]



## Theoretische Informatik: Automaten & Sprachen (LB8A)

Erwartungshorizont (tabellarisch)

Nr.	Inhalt	I	II	III
1(a)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nennen einer Eigenschaft zu historischen Sprachen</li> <li>Nennen einer Eigenschaft zu künstlichen Sprachen</li> <li>Korrekte Einordnung der formalen Sprachen</li> </ul>	1 1 1		
(b)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Korrekte Aufzählung der fehlenden Grammatiktypen nach Chomsky</li> <li>Nennen der Verbindung zwischen den Grammatiktypen</li> <li>Korrekte Definition* eines Grammatiktyps</li> </ul>	3  1	1	
(c)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zwei Beispielworte der Grammatik</li> <li>Aufbau der Grammatik korrekt beschrieben (1 BE pro 2 Mengen)</li> <li>Formalen Aufbau der Grammatik korrekt erklärt</li> </ul>		2 2 1	
(d)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Korrekte Einordnung als kontextfreie Grammatik</li> <li>Bedeutung der Regel <math>S \rightarrow \epsilon</math> korrekt erläutert</li> </ul>		1 1	
2(a)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aufbau des Automaten beschreiben 1 BE pro Fakt</li> <li>Erklären* welche Worte von A erkannt werden</li> </ul>		4 1	
(b)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eigenschaft eines nichtdeterministischen Automaten</li> <li>Eigenschaft eines deterministischen Automaten</li> <li>Beispieltransitionen aus A zum Nachweis des Nichtdeterminismus</li> </ul>	1 1	1	
(c)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Initialzustand und Finalzustand korrekt gewählt</li> <li>Automat erkennt nur korrekte Sätze</li> <li>Adjektive optional</li> <li>Automat erkennt alle korrekten Sätze</li> </ul>		1 1 1	1
(d)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Korrekte Entscheidung (Wahr)</li> <li>Korrektes Argument, dass ein deterministischer Automat nicht zählen kann</li> <li>ein nichtdet. kann aber immerhin die Wortmitte „erraten“</li> </ul>			1 1 1
Punkteverteilung:		9	17	4
Gesamtpunktzahl:		30		

\*formell oder inhaltlich-anschauliche möglich

### Anhang: Automat Aufgabe 2 (c)

