

## 1. Einordnung der Aufgabe in den Lehrplan, Taxonomie:

Die Aufgabe bezieht sich auf den Lernbereich 8A: *Theoretische Informatik – Theoretische Grundlagen von Programmiersprachen*:

Einblick gewinnen in den Aufbau von Sprachen <b>Syntax und Semantik</b>	natürliche, künstliche, formale Sprachen
Kennen des hierarchischen Regelaufbaus formaler Sprachen	<b>Klassen von formalen Sprachen nach Chomsky</b> reguläre Sprachen kontextsensitive Sprachen kontextfreie Sprachen
Einblick gewinnen in den Prozess der Synthese Kennen der Analyse von Sprachelementen mit Hilfe von Automatenmodellen	<b>Erzeugungsprozess durch Regelanwendung</b> Aufbau und Arbeitsweise anhand einfacher Beispiele <b>endlicher Automat</b> Kellerautomat Turingmaschine
Anwenden der Kenntnisse zur Sprachanalyse auf <b>Funktionsprinzipien von Compiler</b> und Interpreter	

Kognitive Lernziele:

- Der/die Schüler:in kennt die Klassen der Sprachen und Grammatiken der Chomsky-Hierarchie.
- Der/Die Schüler:in analysiert eine Grammatik hinsichtlich von Klassenmerkmalen.
- Der/die Schüler:in leitet Wörter aus einer Grammatik ab.
- Der/die Schüler:in versteht die formale Darstellung und Funktionsweise eines endlichen Automaten.
- Der/die Schüler:in leitet von einem gegebenen Automaten eine Grammatik ab.

Affektive Lernziele:

- Der/die Schüler:in beachtet den Unterschied zwischen Syntax und Semantik.

## 2. Aufgabenstellung (so wie sie dem Prüfling vorgelegt wird):

### Automaten und Sprachen

1. Zuerst betrachten wir die Hierarchie formaler Grammatiken und Sprachen nach Chomsky:

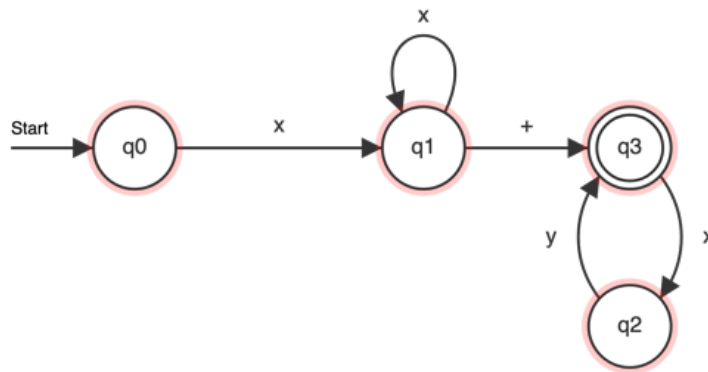
- Nennen Sie alle Klassen formaler Grammatiken und der zugehörigen formalen Sprachen in der Hierarchie.
- Benennen Sie das Ordnungsprinzip der Hierarchie.

2. Eine vereinfachte Notation von mathematischen Termen kann mit folgender Typ-2-Grammatik beschrieben werden:

$$\begin{aligned} G &= (V, T, S, P) \\ V &= \{x, +, y, (, )\} \\ T &= \{x, +, y, (, )\} \\ P &= \{S \rightarrow (S + S), \quad (R1) \\ &\quad S \rightarrow x, \quad (R2) \\ &\quad S \rightarrow y\} \quad (R3) \end{aligned}$$

- Benennen Sie die Elemente der Grammatik.
- Zeigen Sie an der Grammatik eine wesentliche Eigenschaft von Typ-2-Grammatiken im Unterschied zu Typ-1-Grammatiken.
- Geben Sie drei aus dieser Grammatik abgeleitete Wörter unterschiedlicher Länge an. Nennen Sie zu einem der längeren Wörter, in welcher Reihenfolge Sie R1 - R3 angewandt haben.

3. Eine andere mathematische Notation ist durch folgenden endlichen Automaten gegeben:



- Zeigen Sie am Beispiel Aufbau und Funktionsweise eines endlichen Automaten.
- Vervollständigen Sie die Mengen T und P der dem Graphen zugehörigen Grammatik auf dem Arbeitsblatt. (Wenn Sie mit dem vorgegeben Schema nicht zurecht kommen, können Sie auch von Beginn an eigene Regeln ableiten.)
- Erklären Sie ihn an einem geeigneten Wort, das der gegebene Automat erkennt, und an einem einfachen Satz der deutschen Sprache den Unterschied zwischen Syntax und Semantik.

3. **Tabellarisches Erwartungsbild mit Angaben der jeweils erreichbaren BE und der Zuordnung zu den Anforderungsbereichen:**

Aufgabe Nr.	Sachverhalt	AB1	AB2	AB3
1. a	Grammatiken Sprachen hierarchisch richtig zugeordnet	1 1 1		
1. b	Ordnungsprinzip	1		
2. a	Elemente der Grammatik	2		
2. b	Unterschied Typ 1 - Typ 2 - Grammatik		1	
2. c	abgeleitete Terme Regelanwendung		3 1	
3. a	Zeigen und Benennen der Zustände Zeigen der Eingabezeichen Beispiel-Übergang Akzeptanz des Wortes im Endzustand		4	
3. b	Terminale T Produktionsregeln P		1	3
3. c	Unterschied am Beispiel zeigen - Definition Syntax und Semantik - 2 Beispiele selber finden - Beispiele erklären	2	2 2	
	Summe BE	8	14	3
	Gesamt		25	

#### 4. Musterlösung mit Angabe der Zuordnung der einzelnen BE:

### Automaten und Sprachen – Musterlösung

1. Zuerst betrachten wir die Hierarchie formaler Grammatiken und Sprachen nach Chomsky:

a) **Nennen Sie alle Klassen formaler Grammatiken und der zugehörigen formalen Sprachen in der Hierarchie.**

- Grammatiken nennen [1 BE] + Sprachen nennen [1 BE]
- Hierarchie nach zugeordnetem Typ-x [1 BE]
- (I) Typ-3-Grammatik: reguläre Sprachen
- (II) Typ-2-Grammatik: kontextfreie Sprachen
- (III) Typ-1-Grammatik: kontextsensitive Sprachen
- (IV) Typ-0-Grammatik: alle Sprachen

b) **Benennen Sie das Ordnungsprinzip der Hierarchie.**

- geordnet nach Weite der Definition und damit nach Mächtigkeit (reguläre Sprachen am meisten eingegrenzt) [1 BE]

2. Eine vereinfachte Notation von mathematischen Termen kann mit folgender Typ-2-Grammatik beschrieben werden:

$$\begin{aligned}G &= (V, T, S, P) \\V &= \{x, +, y, (, )\} \\T &= \{x, +, y, (, )\} \\P &= \{S \rightarrow (S + S), \quad (R1) \\&\quad S \rightarrow x, \quad (R2) \\&\quad S \rightarrow y\} \quad (R3)\end{aligned}$$

a) **Benennen Sie die Elemente der Grammatik.** [2 BE]

- V = Alphabet aus Terminalen und Nichtterminalen (Variablen) – hier nur S
- T = Terminale (aus denen die Wörter am Ende bestehen)
- S = Startsymbol
- P = Produktionsregeln

b) **Zeigen Sie an der Grammatik eine wesentliche Eigenschaft von Typ-2-Grammatiken im Unterschied zu Typ-1-Grammatiken.**

- links stehen nur Nichtterminale [1 BE]

c) **Geben Sie drei aus dieser Grammatik abgeleitete Wörter unterschiedlicher Länge an. Nennen Sie zu einem der längeren Wörter, in welcher Reihenfolge Sie R1 - R3 angewandt haben.**

- z.B.  $x, (x + y), (x + (x + x)), ((x + x) + (x + x))$  [3 BE]

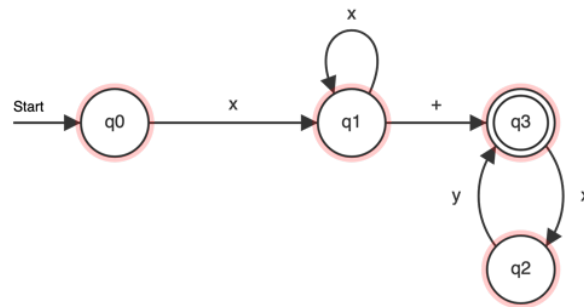
- z.B.  $(x + y): R1 \rightarrow R2 \rightarrow R3$  oder  $R1 \rightarrow R3 \rightarrow R2$  [1 BE]

3. Eine andere mathematische Notation ist durch folgenden endlichen Automaten gegeben:

a. **Zeigen Sie am Beispiel Aufbau und Funktionsweise eines endlichen Automaten.**

- Startzustand  $q_0$ , Zwischenzustände  $q_1$  und  $q_2$ , Endzustand  $q_3$  [1 BE]
- Eingabebuchstaben an Übergängen geschrieben [1 BE]

- Übergang definiert sich aus Zustand + Buchstabe zu Folgezustand [1 BE]
- im Endzustand angekommen = Wort akzeptiert [1 BE]



- b. **Vervollständigen Sie die Mengen T und P der dem Graphen zugehörigen Grammatik auf dem Arbeitsblatt.** (Wenn Sie mit dem vorgegeben Schema nicht zurecht kommen, können Sie auch von Beginn an eigene Regeln ableiten.)
- z.B.  $T = \{x, y, +\}$  [1 BE]
- z.B.  $P = \{ S \rightarrow xA, \quad A \rightarrow xA \mid +B \mid +, \quad B \rightarrow xy \mid xyB \}$  [3 BE]
- c. **Erklären Sie ihn an einem geeigneten Wort, das der gegebene Automat erkennt, und an einem einfachen Satz der deutschen Sprache den Unterschied zwischen Syntax und Semantik.** 6 BE
- Bsp: „x + „ und etwas Ähnliches wie „Der Baum isst Pizza“ [2 BE]
  - Syntax: richtige Regelanwendung, Semantik: richtige Bedeutung [2 BE]
  - syntaktisch richtig heißt nicht unbedingt semantisch richtig
  - z.B. Term richtig gebildet aber mathematisch trotzdem nicht korrekt [1 BE]
  - z.B. Satz syntaktisch richtig, aber ergibt keinen Sinn [1 BE]

**5. Hinweise zur Umsetzung (benötigte Arbeitsmittel, ggf. Software auf dem Prüfungsrechner, ...):**

Bei der Auswahl dieser Aufgabe ist zu beachten:

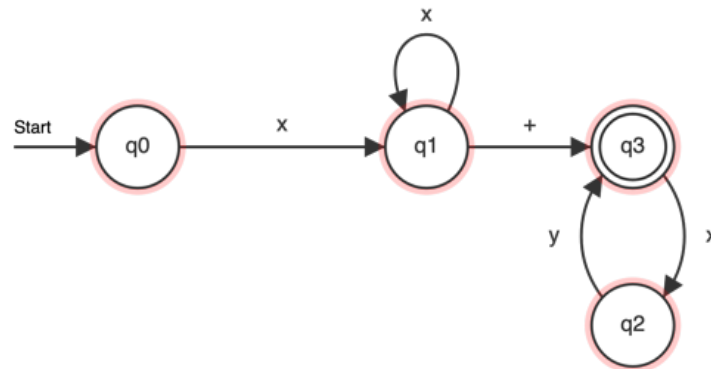
- Für Aufgabe 1 steht eine OHP-Folie zum Zeigen zur Verfügung, die auch beschriftet werden kann.
- Aufgabe 3b wird auf dem Arbeitsblatt gelöst.

## 6. Anhang: Arbeitsblatt:

zu 3. b)

Vervollständigen Sie aus dem Graphen die Mengen  $V$  und  $T$  der zugehörigen Grammatik auf dem Arbeitsblatt.

Wenn Sie mit dem vorgegeben Schema nicht zurecht kommen, können Sie auch von Beginn an eigene Produktionsregeln ableiten.



$G = (V, T, S, P)$

$T = \{ \underline{\hspace{4cm}} \}$

$P = \{ S \rightarrow xA,$

$A \rightarrow xA \mid \underline{\hspace{1cm}} \mid \underline{\hspace{1cm}},$

$B \rightarrow$

$\}$

## 7. Quellenangabe, Abbildungsnachweise, ...:

Die Graphik wurde erstellt mit <https://flaci.com/> .

Gesellschaft für Informatik (GI) e.V. (2016): Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe II. Beilage zu LOG IN 2016, 36(183/184).

Sächsisches Staatsministerium für Kultus (2019): Lehrplan Gymnasium. Informatik. Dresden: Comenius-Institut.

## 8. Erklärung der Freigabe zur Nachnutzung der Aufgabe:

Hiermit erkläre ich, Lioba Kauk, diese Aufgabe unter Wahrung des Urheberrechts erstellt zu haben.  
Ich stelle diese Aufgabe zur Nachnutzung nach Lizenz CC BY-NC (Namensnennung, Bearbeitung, nicht kommerziell) zur Verfügung.

-----  
(Unterschrift des Autors / elektron. Signatur)

