

Übungen zur Vorlesung
Einführung in die Informatik: Programmierung und
Software-Entwicklung
Musterlösung Blatt 3

Aufgabe 3-1. (4 Punkte)

a) Gegeben sei folgende Ableitung:

$$\begin{aligned} S &\rightarrow \text{"a"} E \text{"a"} \\ &\rightarrow \text{"a"} \text{"b"} E \text{"b"} \text{"a"} \\ &\rightarrow \text{"a"} \text{"b"} \text{"b"} E \text{"b"} \text{"b"} \text{"a"} \\ &\rightarrow \text{"a"} \text{"b"} \text{"b"} \text{"c"} \text{"b"} \text{"b"} \text{"a"} \end{aligned}$$

Geben Sie eine Grammatik in BNF an, die diese Ableitung zulässt.

Lösung:

$$\begin{aligned} S &= \text{"a"} E \text{"a"} \\ E &= \text{"b"} E \text{"b"} \\ E &= \text{"c"} \end{aligned}$$

Startsymbol ist S .

b) Gegeben sei die Grammatik

$$\begin{aligned} S &= \text{"b"} E \mid \text{"a"} [S] \\ E &= \text{"b"} \mid \text{"b"} S \mid \text{"a"} E \end{aligned}$$

mit Startsymbol S .

Entscheiden Sie, welche Wörter aus der folgenden Grammatik abgeleitet werden können. Geben Sie gegebenenfalls eine Ableitung an.

- (a) a b a
- (b) a b a a b a
- (c) a a

Lösung:

- (a) $a b a$ ist nicht herleitbar. Es gibt genau eine Möglichkeit, eine Folge, die mit den Terminalsymbolen $a b a$ anfängt, herzuleiten:

$S \rightarrow "b" E \mid "a" [S]$	Definition von S
$\rightarrow "a" [S]$	Auswahl
$\rightarrow "a" S$	Optionsoperator
$\rightarrow "a" ("b" E \mid "a" [S])$	Definition von S
$\rightarrow "a" "b" E$	Auswahl
$\rightarrow "a" "b" ("b" \mid "b" S \mid "a" E)$	Definition von E
$\rightarrow "a" "b" "a" E$	Auswahl (mehrfach)

Die Folge $"a" "b" "a" E$ ist aber kein Wort, da sie noch ein Nichtterminalsymbol enthält, nämlich E . An der Regel für E sieht man, dass als nächstes entweder $"a"$ oder $"b"$ folgen muss. Das Wort $a b a$ allein ist daher nicht herleitbar.

- (b) $a b a a b a$ ist durch folgende Herleitung herleitbar:

$S \rightarrow "b" E \mid "a" [S]$	Definition von S
$\rightarrow "a" [S]$	Auswahl
$\rightarrow "a" S$	Optionsoperator
$\rightarrow "a" ("b" E \mid "a" [S])$	Definition von S
$\rightarrow "a" "b" E$	Auswahl
$\rightarrow "a" "b" ("b" \mid "b" S \mid "a" E)$	Definition von E
$\rightarrow "a" "b" "a" E$	Auswahl (mehrfach)
$\rightarrow "a" "b" "a" ("b" \mid "b" S \mid "a" E)$	Definition von E
$\rightarrow "a" "b" "a" "a" E$	Auswahl (mehrfach)
$\rightarrow "a" "b" "a" "a" ("b" \mid "b" S \mid "a" E)$	Definition von E
$\rightarrow "a" "b" "a" "a" "b" S$	Auswahl (mehrfach)
$\rightarrow "a" "b" "a" "a" "b" ("b" E \mid "a" [S])$	Definition von S
$\rightarrow "a" "b" "a" "a" "b" "a" [S]$	Auswahl
$\rightarrow "a" "b" "a" "a" "b" "a"$	Optionsoperator

- (c) $a a$ ist herleitbar durch:

$S \rightarrow "b" E \mid "a" [S]$	Definition von S
$\rightarrow "a" [S]$	Auswahl
$\rightarrow "a" S$	Option
$\rightarrow "a" ("b" E \mid "a" [S])$	Definition von S
$\rightarrow "a" "a" [S]$	Auswahl
$\rightarrow "a" "a"$	Option

Hinweis: Die Anwendung der Auswahlregel wird oft nicht explizit gemacht, sondern sie wird gleichzeitig mit dem Einsetzen einer Definition ausgeführt. Zum Beispiel schreibt man oft direkt $S \rightarrow "a" [S]$ anstelle von $S \rightarrow "b" E \mid "a" [S] \rightarrow "a" [S]$. Nach der Definition in der Vorlesung wäre genau genommen nur Letzteres korrekt. Da die implizite Ausführung der Auswahlregel aber allgemein üblich ist, haben wir beides als richtig gewertet.

Hinweis: Die Sprache der obigen Grammatik besteht aus allen nichtleeren Wörtern mit den Buchstaben "a" und "b", in denen die Anzahl der Vorkommen von "b" gerade ist.

c) Erinnern Sie sich an folgende Grammatik aus der Vorlesung (Startsymbol ist *GanzeZahl*).

$$\begin{aligned} \textit{GanzeZahl} &= [\textit{Vorzeichen}] \textit{Ziffern} \\ \textit{Ziffern} &= \textit{Ziffer} \mid \textit{Ziffern} \textit{Ziffer} \\ \textit{Ziffer} &= "0" \mid "1" \mid "2" \mid "3" \mid "4" \mid "5" \mid "6" \mid "7" \mid "8" \mid "9" \\ \textit{Vorzeichen} &= "+" \mid "-" \end{aligned}$$

Die Sprache L dieser Grammatik besteht aus ganzzahligen Dezimalzahlen. Geben Sie eine Grammatik in Backus-Naur-Form an, deren Sprache aus allen Wörtern in L besteht, die *gerade* Zahlen repräsentieren. Zum Beispiel sollen die Wörter -22 und 124 in der Sprache Ihrer Grammatik sein, 53 oder -17 aber nicht.

Lösung:

$$\begin{aligned} \textit{GeradeZahl} &= [\textit{Vorzeichen}] \{ \textit{Ziffer} \} \textit{GeradeZiffer} \\ \textit{GeradeZiffer} &= "0" \mid "2" \mid "4" \mid "6" \mid "8" \end{aligned}$$

Startsymbol: *GeradeZahl*