

## Blatt 04 – A4.1 First-/Follow-Mengen und LL(1)

Modul: Compilerbau — Gruppe: Adrian Kramkowski, Abdelhadi Fares, Yousef Al Sahli, Abdelraoof Sahli

### A4.1 – First-/Follow-Mengen und Nachweis LL(1)

Gegeben ist die Grammatik

$$S \rightarrow 1 AS \mid 3$$

$$A \rightarrow 2 AS \mid \epsilon$$

Terminale: { 1, 2, 3 }

Nichtterminale: { S, A }

Startsymbol: S

---

#### 1) Nullable-Analyse

---

$A \rightarrow \epsilon \Rightarrow A$  ist nullable.

S hat keine  $\epsilon$ -Produktion  $\Rightarrow S$  ist nicht nullable.

---

#### 2) First-Mengen

---

Direkt aus den Produktionen:

$$\text{FIRST}(1) = \{ 1 \}$$

$$\text{FIRST}(2) = \{ 2 \}$$

$$\text{FIRST}(3) = \{ 3 \}$$

Für S:

$$S \rightarrow 1 AS \Rightarrow 1 \in \text{FIRST}(S)$$

$$S \rightarrow 3 \Rightarrow 3 \in \text{FIRST}(S)$$

$$\Rightarrow \text{FIRST}(S) = \{ 1, 3 \}$$

Für A:

$$A \rightarrow 2 AS \Rightarrow 2 \in \text{FIRST}(A)$$

$$A \rightarrow \epsilon \Rightarrow \epsilon \text{ ist möglich}$$

$$\Rightarrow \text{FIRST}(A) = \{ 2, \epsilon \}$$

Zusammenfassung:

$$\text{FIRST}(S) = \{ 1, 3 \}$$

$$\text{FIRST}(A) = \{ 2, \epsilon \}$$

---

### 3) Follow-Mengen

---

Startsymbol:

$$\$ \in \text{FOLLOW}(S)$$

Produktionen systematisch durchgehen:

(1)  $S \rightarrow 1 A S$

- A steht vor S:

$$\text{FOLLOW}(A) \supseteq \text{FIRST}(S) \setminus \{\epsilon\} = \{1, 3\}$$

- S steht am Ende:

$$\text{FOLLOW}(S) \supseteq \text{FOLLOW}(S) \quad (\text{bringt nichts Neues})$$

(2)  $A \rightarrow 2 A S$

- A steht vor S:

$$\text{FOLLOW}(A) \supseteq \text{FIRST}(S) \setminus \{\epsilon\} = \{1, 3\}$$

- S steht am Ende:

$$\text{FOLLOW}(S) \supseteq \text{FOLLOW}(A)$$

Iterative Berechnung:

Start:

$$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$$

$$\text{FOLLOW}(A) = \{ \}$$

Nach Anwendung von (1):

$$\text{FOLLOW}(A) = \{ 1, 3 \}$$

$$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$ \}$$

Nach Anwendung von (2):

$$\text{FOLLOW}(S) = \text{FOLLOW}(S) \cup \text{FOLLOW}(A) = \{ \$, 1, 3 \}$$

$$\text{FOLLOW}(A) \text{ bleibt } \{ 1, 3 \}$$

Weitere Iterationen ändern nichts mehr (Fixpunkt erreicht).

Endergebnis:

$$\text{FOLLOW}(S) = \{ \$, 1, 3 \}$$

$$\text{FOLLOW}(A) = \{ 1, 3 \}$$

---

4) Nachweis, dass die Grammatik LL(1) ist

---

Für LL(1) muss bei jedem Nichtterminal mit mehreren Produktionen gelten:

1. Die FIRST-Mengen der rechten Seiten sind paarweise disjunkt.
2. Falls es eine  $\epsilon$ -Produktion gibt, darf
$$(\text{FIRST}(\text{alle anderen rechten Seiten}) \cap \text{FOLLOW}(\text{Nichtterminal})) = \emptyset$$
sein.

Betrachte A:

Produktionen:

$$A \rightarrow 2AS$$

$$A \rightarrow \epsilon$$

$$\text{FIRST}(2AS) = \{ 2 \}$$

$$\text{FIRST}(\epsilon) = \{ \epsilon \}$$

Bedingung 1:

$$\begin{aligned}\text{FIRST}(2AS) \cap \text{FIRST}(\epsilon) \setminus \{\epsilon\} \\ = \{2\} \cap \emptyset \\ = \emptyset \quad \Rightarrow \text{OK}\end{aligned}$$

Da A eine  $\epsilon$ -Produktion hat, prüfen wir zusätzlich:

$$\begin{aligned}(\cup \text{FIRST}(\text{alle anderen RHS})) \cap \text{FOLLOW}(A) &= \emptyset \\ \Rightarrow \{2\} \cap \{1, 3\} &= \emptyset \quad \Rightarrow \text{OK}\end{aligned}$$

Betrachte S:

Produktionen:

$$S \rightarrow 1AS \quad \text{mit FIRST} = \{1\}$$

$$S \rightarrow 3 \quad \text{mit FIRST} = \{3\}$$

FIRST-Mengen:

$$\{1\} \cap \{3\} = \emptyset \quad \Rightarrow \text{OK}$$

Es gibt keine  $\epsilon$ -Produktion bei S, daher ist hier Bedingung 2 nicht relevant.

Da für alle Nichtterminale alle LL(1)-Bedingungen erfüllt sind, ist die

gegebene Grammatik eine LL(1)-Grammatik.

First-/Follow-Berechnung und LL(1)-Kriterium sind analog zur Definition der LL-Grammatiken und First-Mengen aus der Vorlesung. Die Mengen sind so gewählt, dass sich für jedes Nichtterminal mit einem einzigen Lookahead-Token eindeutig entscheiden lässt, welche Produktion anzuwenden ist.