

# ALGORITHMEN UND DATENSTRUKTUREN

## ÜBUNG 2: SYNTAXDIAGRAMME & EBNF

---

Eric Kunze

`eric.kunze@tu-dresden.de`

TU Dresden, 06.11.2020

Prof. Dr. Markus Krötzsch hat im vergangenen Wintersemester 2020/21 die Vorlesung „Formale Systeme“ (3. Semester) in Form von YouTube-Videos gehalten. Diese Vorlesung beschäftigt sich vertieft mit formalen Sprachen. Die Einleitung entspricht ungefähr dem Inhalt der ersten Übung:

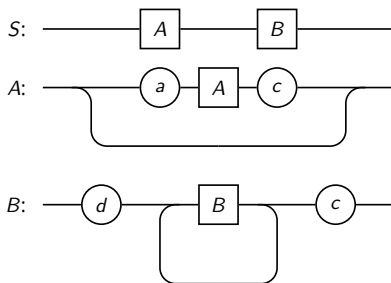
- ▶ <https://youtu.be/Lma6jaPnD-I>

# Syntaxdiagramme

---

# SYNTAXDIAGRAMME

Beispiel eines Syntaxdiagrammsystems mit Startdiagramm  $S$ :



$\boxed{A}$  ... Nichtterminalsymbol = syntaktische Variable

$\odot a$  ... Terminalsymbol

## Rücksprungalgorithmus

- ▶ Ziel: Nachweis von Zugehörigkeit eines Wortes zu einer Sprache
- ▶ jedes Kästchen bekommt eindeutige Marke (Rücksprungadresse)
- ▶ beim Betreten eines Syntaxdiagramms wird eine Marke auf den Keller gelegt

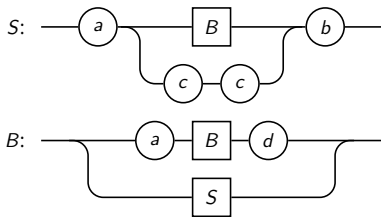
Hauptaugenmerk:

Protokollierung von Wortentstehung & Markenkeller

- ▶ jede Zeile entspricht dem Aufenthalt in einem Syntaxdiagramm
- ▶ jede Zeile führt eine Operation auf dem Markenkeller durch

# AUFGABE 1

Gegeben sei das folgende Syntaxdiagrammsystem  $\mathcal{U}$  mit Startdiagramm  $S$ :



Beispiele für Wörter, die das System  $\mathcal{U}$  erzeugt:

- ▶  $a \text{ } accb \text{ } b$
- ▶  $a \text{ } a \text{ } accb \text{ } b \text{ } b$
- ▶  $a \text{ } a \text{ } accb \text{ } d \text{ } b$
- ▶  $a \text{ } a \text{ } a \text{ } accb \text{ } d \text{ } d \text{ } b$
- ▶  $a \text{ } a \text{ } a \text{ } accb \text{ } b \text{ } d \text{ } b$

## AUFGABE 1 — TEIL (B)

Wort: aaaaccbdbb

**Protokollierungszeitpunkte:**

- ▶ jeder Aufenthalt in einem Syntaxdiagramm entspricht einer Zeile
- ▶ jede Zeile führt eine Operation auf dem Markenkeller aus
- ▶  $\mathcal{Z}$  = Rücksprung zu Marke 3

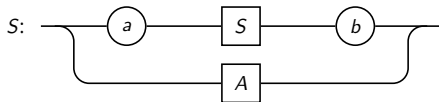
Wort	Markenkeller
a	1
a	31
aa	131
aaa	2131
aaa	32131
aaaaccb	$\mathcal{Z}$ 2131
aaaaccb	$\mathcal{Z}$ 131
aaaaccbd	$\mathcal{Z}$ 131
aaaaccbdb	$\mathcal{Z}$ 1
aaaaccbdb	$\mathcal{Z}$
aaaaccbdbb	-

# GRUNDKONSTRUKTION VON SYNTAXDIAGRAMMEN

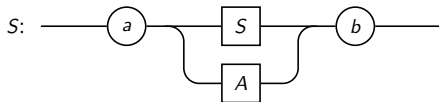
$$L = L_A \cdot L_B$$



$$L = \{a^n L_A b^n : n \geq 0\}$$



$$L = \{a^n L_A b^n : n > 0\}$$



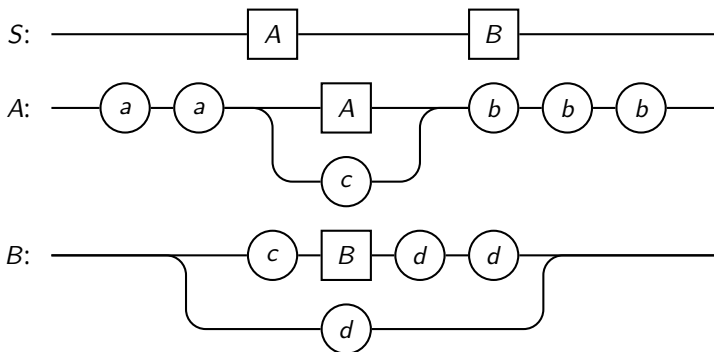
kleine Tricks:

- ▶  $a^{2n} = (a^2)^n = (aa)^n$
- ▶  $a^{2n+1} = a a^{2n} = a (aa)^n$



## AUFGABE 1 — TEIL (C)

$$\begin{aligned} L &= \left\{ a^{2i} c b^{3i} c^k d^{2k+1} \mid i > 0, k \geq 0 \right\} \\ &= \left\{ a^{2i} c b^{3i} \mid i > 0 \right\} \cdot \left\{ c^k d^{2k+1} \mid k \geq 0 \right\} \\ &= \left\{ (aa)^i c (bbb)^i \mid i > 0 \right\} \cdot \left\{ c^k d (dd)^k \mid k \geq 0 \right\} \end{aligned}$$



# Extended Backus-Naur-Form

---

# EBNF-DEFINITION

- ▶ EBNF-Definition besteht aus endlicher Menge von EBNF-Regeln.
- ▶ Jede EBNF-Regel besteht aus einer linken und einer rechten Seite, die rechte Seite ist ein EBNF-Term.

## Definition: EBNF-Term

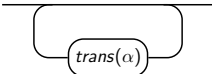
Seien  $V$  eine endliche Menge (syntaktische Variablen) und  $\Sigma$  eine endliche Menge (Terminalsymbole) mit  $V \cap \Sigma = \emptyset$ . Die Menge der EBNF-Terme über  $V$  und  $\Sigma$  (notiere:  $T(\Sigma, V)$ ), ist die *kleinste* Menge  $T \subseteq \left( V \cup \Sigma \cup \left\{ \hat{\{ \}}, \hat{\} \}, \hat{[ \]}, \hat{[ \}}, \hat{( \)}, \hat{( \}}, \hat{| \}} \right\} \right)$  mit  $V \subseteq T, \Sigma \subseteq T$  und

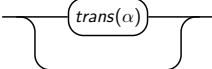
- ▶ Wenn  $\alpha \in T$ , so auch  $\hat{(\alpha)} \in T, \hat{\{\alpha\}} \in T, \hat{[\alpha]} \in T$ .
- ▶ Wenn  $\alpha_1, \alpha_2 \in T$ , so auch  $\hat{(\alpha_1 \mid \alpha_2)} \in T, \alpha_1 \alpha_2 \in T$

# ÜBERSETZUNG EBNF $\leftrightarrow$ SYNTAXDIAGRAMME

Sei  $v \in V$  und  $w \in \Sigma$ .  $trans(v) = \boxed{v}$ ;  $trans(w) = \bigcirc w$


Sei  $\alpha \in T(\Sigma, V)$  ein EBNF-Term.

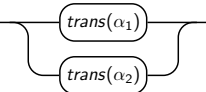
►  $trans(\hat{\{ \alpha \}}) =$  

►  $trans(\hat{[ \alpha ]}) =$  

►  $trans(\hat{( \alpha )}) = trans(\alpha)$

Seien  $\alpha_1, \alpha_2 \in T(\Sigma, V)$  zwei EBNF-Terme.

►  $trans(\alpha_1 \alpha_2) =$  

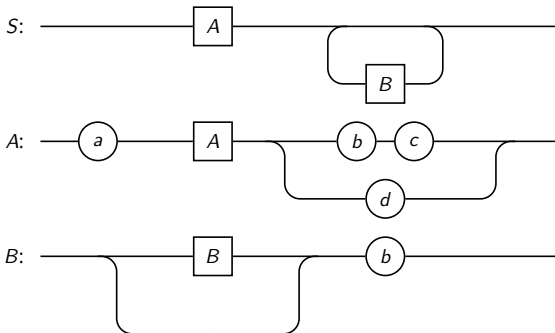
►  $trans(\hat{( \alpha_1 \mid \alpha_2 )}) =$  

## AUFGABE 2 — TEIL (A)

EBNF-Definition  $\mathcal{E} = (V, \Sigma, S, R)$  mit  $\Sigma = \{a, b, c, d\}$ ,

$$\begin{aligned} V = \{S, A, B\} \quad \text{und} \quad R = \{ & S ::= A \hat{\{ B \}}, \\ & A ::= aA \hat{( bc \mid d )}, \\ & B ::= \hat{[ B ]} b \quad \} \end{aligned}$$

**Übersetzung in ein Syntaxdiagrammsystem:**



## AUFGABE 2 — TEIL (B)

Gegeben sei die Sprache

$$L = \left\{ (ab)^n c^{m+1} d^k b^{n+m} : n, m \geq 0, k \geq 1 \right\}$$

Gesucht ist eine zugehörige EBNF-Definition.

$$L = \left\{ (ab)^n c^{m+1} d^k b^m b^n : n, m \geq 0, k \geq 1 \right\}$$

**EBNF-Definition:**  $\mathcal{E} = (V, \Sigma, S, R)$  mit  $\Sigma = \{a, b, c, d\}$ ,

$$\begin{aligned} V = \{S, A\} \quad \text{und} \quad R = \left\{ S ::= \hat{(} abSb \hat{)} A \hat{)}, \right. \\ \left. A ::= \hat{(} cAb \hat{)} cd \{ d \} \hat{)} \right\} \end{aligned}$$