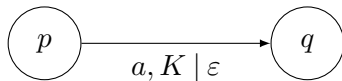
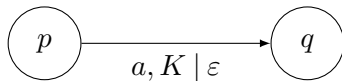


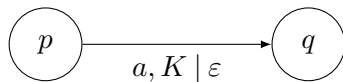
## Teil IV

Kontextfreie Sprachen, Bonus:  
Die Tripelkonstruktion



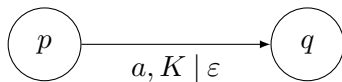


$$\delta(p, a, K) \ni (q, \varepsilon)$$



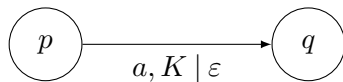
$$\delta(p, a, K) \ni (q, \varepsilon)$$

$$[p, K, q] \rightarrow a$$



$$\delta(p, a, K) \ni (q, \varepsilon)$$

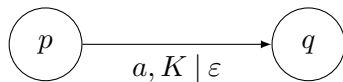
$[p, K, q] \rightarrow a$



$$\delta(p, a, K) \ni (q, \varepsilon)$$

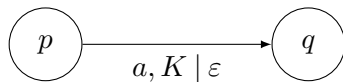
$$[p, K, q] \rightarrow a$$

Two red arrows point from the  $p$  and  $K$  in the equation above to the  $p$  and  $q$  in the equation below.



$$\delta(p, a, K) \ni (q, \varepsilon)$$

$$[p, K, q] \rightarrow a$$



$$\delta(p, a, K) \ni (q, \varepsilon)$$

$[p, K, q] \rightarrow a$



# Nicht ganz so einfache Übergänge



# Nicht ganz so einfache Übergänge



$$\delta(p, a, K) \ni (q, ABC)$$

# Nicht ganz so einfache Übergänge



$$\delta(p, a, K) \ni (q, ABC)$$

$$[p, K, p_4] \rightarrow a[q, A, p_2][p_2, B, p_3][p_3, C, p_4]$$

für alle  $p_2, p_3, p_4 \in Q$

# Nicht ganz so einfache Übergänge



$$\delta(p, a, K) \ni (q, ABC)$$

$$[p, K, p_4] \rightarrow a[q, A, p_2][p_2, B, p_3][p_3, C, p_4]$$

für alle  $p_2, p_3, p_4 \in Q$

# Nicht ganz so einfache Übergänge



$$\delta(p, a, K) \ni (q, ABC)$$

$$[p, K, p_4] \rightarrow a[q, A, p_2][p_2, B, p_3][p_3, C, p_4]$$

für alle  $p_2, p_3, p_4 \in Q$

# Nicht ganz so einfache Übergänge



$$\delta(p, a, K) \ni (q, ABC)$$

$$[p, K, p_4] \rightarrow a[q, A, p_2][p_2, B, p_3][p_3, C, p_4]$$

Red arrows point from the  $p$  in the first term to the  $p$  in the second term, from the  $K$  in the first term to the  $A$  in the second term, and from the  $p_4$  in the first term to the  $p_4$  in the third term.

für alle  $p_2, p_3, p_4 \in Q$

# Nicht ganz so einfache Übergänge



$$\delta(p, a, K) \ni (q, ABC)$$

$[p, K, p_4] \rightarrow a[q, A, p_2][p_2, B, p_3][p_3, C, p_4]$

Four red arrows point from the expression  $\delta(p, a, K) \ni (q, ABC)$  to the four components of the sequence:  $[p, K, p_4]$ ,  $a$ ,  $[q, A, p_2]$ , and  $[p_2, B, p_3]$ .

für alle  $p_2, p_3, p_4 \in Q$

# Nicht ganz so einfache Übergänge



$$\delta(p, a, K) \ni (q, ABC)$$

$[p, K, p_4] \rightarrow a[q, A, p_2][p_2, B, p_3][p_3, C, p_4]$

für alle  $p_2, p_3, p_4 \in Q$



# Nicht ganz so einfache Übergänge



$$\delta(p, a, K) \ni (q, ABC)$$

Four red arrows point from the expression  $\delta(p, a, K) \ni (q, ABC)$  to the four components of the sequence  $[p, K, p_4] \rightarrow a[q, A, p_2][p_2, B, p_3][p_3, C, p_4]$ :

- From  $\delta$  to  $[p, K, p_4]$
- From  $a$  to  $a$
- From  $($  to  $[q, A, p_2]$
- From  $)$  to  $[p_3, C, p_4]$

für alle  $p_2, p_3, p_4 \in Q$

# Nicht ganz so einfache Übergänge



$$\delta(p, a, K) \ni (q, ABC)$$

A diagram showing the decomposition of the transition  $\delta(p, a, K) \ni (q, ABC)$ . Red arrows point from the expression to a sequence of transitions:  $[p, K, p_4] \rightarrow a[q, A, p_2][p_2, B, p_3][p_3, C, p_4]$ . The arrows indicate that the transition is defined by the sequence of transitions  $[p, K, p_4]$ ,  $a[q, A, p_2]$ ,  $[p_2, B, p_3]$ , and  $[p_3, C, p_4]$ .

für alle  $p_2, p_3, p_4 \in Q$

# Nicht ganz so einfache Übergänge



$$\delta(p, a, K) \ni (q, ABC)$$

$[p, K, p_4] \rightarrow a[q, A, p_2][p_2, B, p_3][p_3, C, p_4]$

für alle  $p_2, p_3, p_4 \in Q$

# Nicht ganz so einfache Übergänge



$$\delta(p, a, K) \ni (q, ABC)$$
$$[p, K, p_4] \rightarrow a[q, A, p_2][p_2, B, p_3][p_3, C, p_4]$$

für alle  $p_2, p_3, p_4 \in Q$

- insgesamt  $|Q|^3$  Regeln

# Nicht ganz so einfache Übergänge



$$\delta(p, a, K) \ni (q, ABC)$$

$[p, K, p_4] \rightarrow a[q, A, p_2][p_2, B, p_3][p_3, C, p_4]$

für alle  $p_2, p_3, p_4 \in Q$

- insgesamt  $|Q|^3$  Regeln
- allgemein:  $|Q|^{|\gamma|}$

# Nicht ganz so einfache Übergänge



$$\delta(p, a, K) \ni (q, ABC)$$

$[p, K, p_4] \rightarrow a[q, A, p_2][p_2, B, p_3][p_3, C, p_4]$

für alle  $p_2, p_3, p_4 \in Q$

- insgesamt  $|Q|^3$  Regeln
- allgemein:  $|Q|^{|\gamma|}$
- daher: Optimierungen

## Allgemeiner Ansatz

- erkenne Variablen, die niemals fertig abgeleitet werden können
- verzichte auf Regeln, die solche nutzlosen Variablen enthalten

## Allgemeiner Ansatz

- erkenne Variablen, die niemals fertig abgeleitet werden können
- verzichte auf Regeln, die solche nutzlosen Variablen enthalten

## Hinreichende Bedingungen

$[p, K, q]$  ist nutzlos wenn:

- $q$  ist von  $p$  aus nicht erreichbar



## Allgemeiner Ansatz

- erkenne Variablen, die niemals fertig abgeleitet werden können
- verzichte auf Regeln, die solche nutzlosen Variablen enthalten

## Hinreichende Bedingungen

$[p, K, q]$  ist nutzlos wenn:

- $q$  ist von  $p$  aus nicht erreichbar
- $\delta(p, a, K) = \emptyset$  für alle  $a \in (\Sigma \cup \{\varepsilon\})$

## Allgemeiner Ansatz

- erkenne Variablen, die niemals fertig abgeleitet werden können
- verzichte auf Regeln, die solche nutzlosen Variablen enthalten

## Hinreichende Bedingungen

$[p, K, q]$  ist nutzlos wenn:

- $q$  ist von  $p$  aus nicht erreichbar
- $\delta(p, a, K) = \emptyset$  für alle  $a \in (\Sigma \cup \{\varepsilon\})$

- Andere Optimierungen sind möglich, müssen aber erläutert werden.

## Allgemeiner Ansatz

- erkenne Variablen, die niemals fertig abgeleitet werden können
- verzichte auf Regeln, die solche nutzlosen Variablen enthalten

## Hinreichende Bedingungen

$[p, K, q]$  ist nutzlos wenn:

- $q$  ist von  $p$  aus nicht erreichbar
- $\delta(p, a, K) = \emptyset$  für alle  $a \in (\Sigma \cup \{\epsilon\})$

- Andere Optimierungen sind möglich, müssen aber erläutert werden.
- Optimierungen sind optional.