

**"Grammatik,
die sogar Könige zu kontrollieren weiß...,"**
– aus Molière, *Les Femmes Savantes* (1672), 2. Akt

Syntax von Programmiersprachen

Prof. Dr. Martin Wirsing

in Zusammenarbeit mit
Michael Barth, Philipp Meier und Gefei Zhang

10/04

Ziele

- Zwei Standards zur Definition der Syntax von Programmiersprachen kennen lernen:
 - Backus-Naur-Form (BNF)
 - Syntaxdiagramme

Syntax von Programmiersprachen und Syntaxdiagramme

▪ Beispiel für eine Grammatik

Als Syntaxdiagramm: $\boxed{\text{Satz}} : \rightarrow \boxed{\text{Subjekt}} \rightarrow \boxed{\text{Prädikat}} \rightarrow \boxed{\text{Objekt}} \rightarrow$

In BNF-Form: Satz = Subjekt Prädikat Objekt

- Das Syntaxdiagramm und die EBNF (*erweiterte Backus-Naur-Form*) erlauben das Bilden folgender korrekter Sätze:

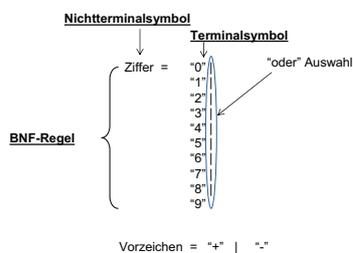
- Ein Programmierer schreibt ein Programm.
 - Ein Programmierer Subjekt
 - schreibt Prädikat
 - ein Programm Objekt
- Ein Student liest einen Text.
Dieser Satz ist syntaktisch korrekt.

Syntax von Programmiersprachen und Syntaxdiagramme

- Die **BNF (Backus-Naur-Form)**, benannt nach **John Backus** und **Peter Naur**, wurde erstmals zur Beschreibung der Syntax von Algol 60 verwendet.
- Heute ist die BNF (in notationellen Varianten) die Standardbeschreibungstechnik für Programmiersprachen.
- Wir verwenden in der Vorlesung die „erweiterte Backus-Naur-Form“ EBNF.
- Auch die Syntax von Java wird in der Backus-Naur-Form beschrieben.

Backus-Naur-Form

Beispiel: EBNF für Ziffern



Backus-Naur-Form

Zahl ist eine nicht-leere Folge von **Ziffern**

Zahlen werden also durch **Aneinanderhängen von Zahlen und Ziffern** gebildet. Spezielle Beispiele für Zahlen sind:



Beispiel: Bezeichner

Ein **Bezeichner** besteht aus einer nichtleeren Folge von Buchstaben oder Ziffern, beginnend mit einem Buchstaben.

Bezeichner sind z.B. A, A2D2, Wirsing
Keine Bezeichner sind 007, 1B, F.D.P (Punkte sind keine Buchstaben.)

EBNF-Grammatik:

```

Buchstabe = "A" |
           "B" |
           ...
           "Z" |
           "a" |
           ...
           "z"
Buzi = Buchstabe |
       Ziffer
Bezeichner = Buchstabe {Buzi}
    
```

Syntaxdiagramme

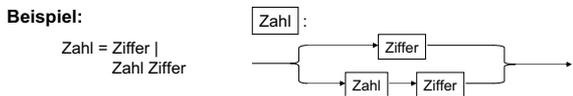
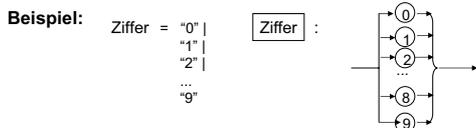
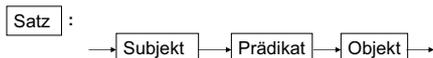
Ein **Syntaxdiagramm** ist ein einfacher grafischer Formalismus zur Beschreibung der Syntax von Programmen.

Ein **Syntaxdiagramm** erklärt (wie eine BNF-Grammatik) einen syntaktischen Begriff.

Es besteht aus Rechtecken, Ovalen und Pfeilen.

- Nichtterminale stehen in Rechtecken
- Terminale stehen in Ovalen
- Pfeile führen von einem Sprachelement zum anderen
- Jedes Syntaxdiagramm besitzt genau einen Eingangs- und genau einen Ausgangspfeil.

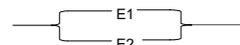
Beispiele für Syntaxdiagramme



Korrespondenz von Syntaxdiagrammen und BNF

Jeder BNF-Operator lässt sich durch ein Syntaxdiagramm ausdrücken:

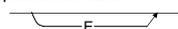
- **Auswahl:** $E_1 | E_2$ wird repräsentiert durch eine Verzweigung.



- **Komposition:** $E_1 E_2$ wird repräsentiert durch Hintereinanderfügen

$E_1 \rightarrow E_2$

- **Option:** $[E]$ wird repräsentiert durch



- **Wiederholung:**



Korrespondenz von Syntaxdiagrammen und BNF

Umgekehrt lässt sich jedes Syntaxdiagramm durch eine BNF-Grammatik ausdrücken.

Folgerung:

BNF und Syntaxdiagramme sind äquivalent in dem Sinne, dass sie die gleiche Klasse von (formalen) Sprachen beschreiben.

Bemerkung:

Man nennt sie die Klasse der **kontextfreien Sprachen**, da Nichtterminalsymbole ohne Berücksichtigung ihrer benachbarten Symbole (d.h. ohne Berücksichtigung des Kontexts) durch Ausdrücke (nämlich durch die rechte Seiten der zugehörigen Regeln) ersetzt werden.

Beispiel für eine **nicht-kontextfreie** Sprache:

Die Sprache bestehend aus allen Wörtern der Form $a^n b^n c^n$ mit $n \geq 1$, d.h. alle Wörter der Form $abc, aabbcc, aaabbccc, aaaabbbbcccc, \dots$

Beispiel für BNF und Syntaxdiagramme: Palindrome

Ein Palindrom ist ein Wort, das von links wie von rechts gelesen das Gleiche ergibt.

Palindrome sind:

"Ein Neger mit Gazelle zagt im Regen nie"
ANNA
ANANA
NN
A

Kein Palindrom:

ANANAS
ANAN
ANAAA

Beispiel für BNF und Syntaxdiagramme: Palindrome

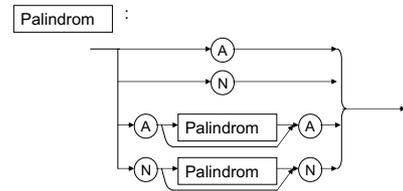
BNF-Form:

Die folgende Grammatik beschreibt alle Palindrome, die mit den Terminalzeichen "A" und "N" gebildet werden können.

Palindrom		<i>Nichtterminalsymbol</i>
"A", "N"		Terminalsymbole
Palindrom =	"A" "N"	"einfachste Fälle, Abbruchfälle"
	"A" [Palindrom] "A"	
	"N" [Palindrom] "N"	

Beispiel für BNF und Syntaxdiagramme: Palindrome

Syntaxdiagramm:



Zusammenfassung

- Die **Backus-Naur Form (BNF)** und **Syntaxdiagramme** sind Formalismen zur **Definition der Syntax von Programmiersprachen**.
- Eine **BNF-Grammatik** besteht aus
 - einer Menge von **BNF-Regeln** und
 - einem **Startsymbol**.
- Jede **BNF-Grammatik G** definiert eine **Menge L(G) von Wörtern**, die als Sprache von G bezeichnet wird.
- Ein **Syntaxdiagramm** ist ein zu BNF äquivalenter grafischer Formalismus, bei dem
 - Nichtterminalsymbole in Rechtecken
 - Terminalsymbole in Ovale repräsentiert werden und
 - Pfeile von einem Sprachelement zum anderen führen;
 - dabei besitzt jedes Syntaxdiagramm genau einen Eingangs- und genau einen Ausgangspfeil.