
I.2. Grundlagen von Programmiersprachen

- 1. Der Begriff "Informatik"
- 2. Syntax und Semantik von Programmiersprachen

1. Der Begriff "Informatik"

- **"Informatik" = *Kunstwort* aus *Information* und *Mathematik***
 - Wissenschaft der Informationsverarbeitung mit großer Nähe zur Mathematik

- **Hauptaufgabe der Informatik**
 - *Entwicklung formaler, maschinell ausführbarer Verfahren* zur Lösung von Problemen der Informationsverarbeitung

- **Forderung der Durchführbarkeit mittels einer Maschine:**
 - Informationen müssen als *maschinell verarbeitbare Daten* dargestellt werden
 - Lösungsverfahren müssen bis *ins Detail* formal beschrieben werden.

Deterministischer Algorithmus

Berechnung von $|x-y|$

1. Lies Eingaben x und y .
2. Falls $x \leq y$: Weiter mit Schritt 3.
Falls $x > y$: Weiter mit Schritt 4.
3. Berechne $a = y - x$.
Weiter mit Schritt 5.
4. Berechne $a = x - y$.
5. Gib a aus.

Indeterministischer Algorithmus

Berechnung von $|x-y|$

1. Lies Eingaben x und y .
Weiter mit Schritt 2 oder Schritt 3.
2. Berechne $a = x - y$.
Weiter mit Schritt 4.
3. Berechne $a = y - x$.
4. Falls $a \geq 0$: Gib a aus.
Falls $a < 0$: Gib $-a$ aus.

Fragen

■ Wie kann man aus einer Lösungsidee einen Algorithmus konstruieren?

- "schrittweise Programmentwicklung"

■ Wie zeigt man, dass ein Algorithmus tatsächlich das tut, was er tun soll?

- Verifikation: partielle Korrektheit
 - Terminierung
- wenn Alg. terminiert, ist er dann korrekt?*
- totale Korrektheit*

■ Wie "gut" ist ein Algorithmus?

- Speicherverbrauch, benötigte Zeit (**Effizienz**)
- Aufwandsabschätzungen

Daten-Strukturen + Alg.

I.2. Grundlagen von Programmiersprachen

- 1. Der Begriff "Informatik"
- 2. Syntax und Semantik von Programmiersprachen

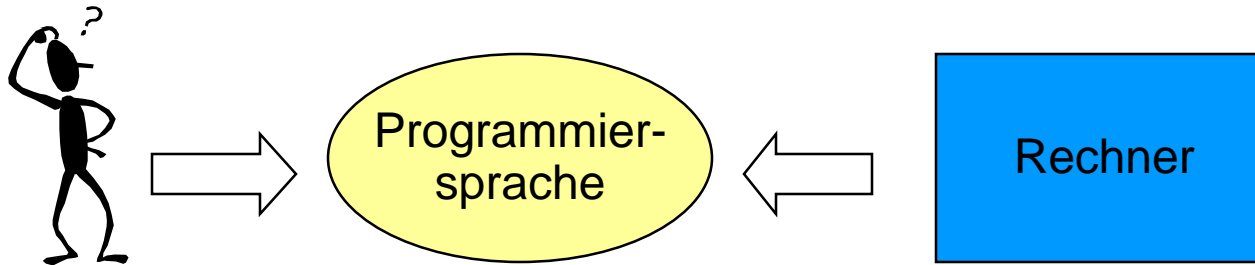
2. Syntax & Semantik von Programmiersprachen

Ein erstes Java-Programm:

```
public class Rechnung {  
  
    public static void main (String [] arguments) {  
  
        int x, y;  
        x = 10;  
        y = 23 * 33 + 3 * 7 * (5 + 6);  
        System.out.print ("Das Resultat ist ");  
        System.out.println (x + y);  
  
    }  
  
}
```

Programmiersprachen

- Die Programmiersprache bildet die **Schnittstelle** zwischen Mensch und Rechner



Beide haben unterschiedliche Anforderungen

- **Mensch**

- ◆ Erlernbarkeit
- ◆ Lesbarkeit
- ◆ Ausdrucksstärke

Höhere Programmiersprachen

- **Rechner**

- ◆ einfaches Übersetzen in Maschinsprache
- ◆ Generierung von effizientem Code

Maschinensprachen

Kenntnis verschiedener Sprachen

- **Eigene Ideen bei der Software-Entwicklung können besser ausgedrückt werden**
- **Nötig, um in konkreten Projekten geeignete Sprache auszuwählen**
- **Erleichtert das Erlernen weiterer Programmiersprachen**
- **Nötig für den Entwurf neuer Programmiersprachen**

Übersicht

Imperative Sprachen

- Folge von nacheinander ausgeführten Anweisungen

■ Prozedurale Sprachen

- Variablen, Zuweisungen, Kontrollstrukturen

■ Objektorientierte Sprachen

- Objekte und Klassen
- ADT und Vererbung

Deklarative Sprachen

- Spezifikation dessen, was berechnet werden soll
- Festlegung, wie Berechnung verläuft durch Compiler

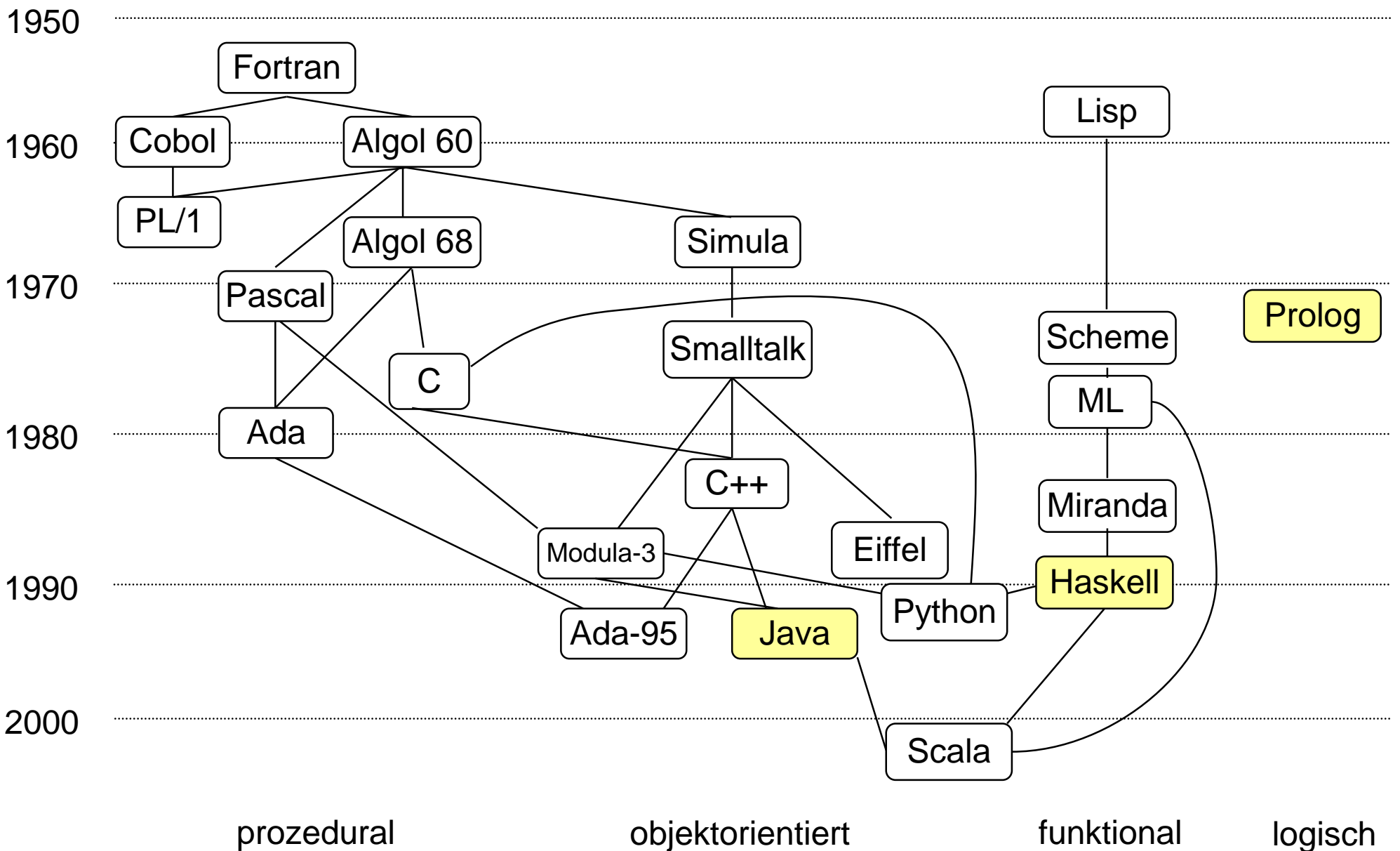
■ Funktionale Sprachen

- keine Seiteneffekte
- Rekursion

■ Logische Sprachen

- Regeln zur Definition von Relationen

Wichtige Programmiersprachen



Programmiersprachen - Definition

- Programmiersprachen sind Sprachen, deren Syntax und Semantik genau festgelegt ist.

- Syntax:
 - Definition aller *zulässigen Wörter / Programme*, die in einer Sprache formuliert werden können

- Semantik:
 - *Bedeutung* der zulässigen Wörter / Programme
 - Syntaktisch *falsche* Wörter / Programme haben *keine* Semantik

Alphabet, formale Sprache

■ Alphabet

- *nichtleere endliche* Menge von Zeichen („Buchstaben“, Symbole)

■ Wort über einem Alphabet

- *endliche Folge* von Buchstaben, die auch *leer* sein kann (ε leeres Wort)
- A^* bezeichnet die *Menge aller Wörter* über dem Alphabet A (inkl. dem leeren Wort)

■ Formale Sprache

- Sei A ein Alphabet. Eine (formale) Sprache (über A) ist *eine beliebige Teilmenge von A^** .

■ Endliche Beschreibungsvorschrift für unendliche Sprachen

- *Grammatik*, die Sprache erzeugt, oder *Automat*, der Sprache erkennt

Grammatik - informell

- Definiert **Regeln**, die festlegen, welche Wörter über einem **Alphabet** zur Sprache gehören und welche nicht.
- Beispiel: Grammatik für "Hund-Katze-Sätze"

1	Satz	→	Subjekt Prädikat Objekt
2	Subjekt	→	Artikel Attribut Substantiv
3	Artikel	→	ε
4	Artikel	→	der
5	Artikel	→	die
6	Artikel	→	das
7	Attribut	→	ε
8	Attribut	→	Adjektiv
9	Attribut	→	Adjektiv Attribut
10	Adjektiv	→	kleine
11	Adjektiv	→	bissige
12	Adjektiv	→	große
13	Substantiv	→	Hund
14	Substantiv	→	Katze
15	Prädikat	→	jagt
16	Objekt	→	Artikel Attribut Substantiv

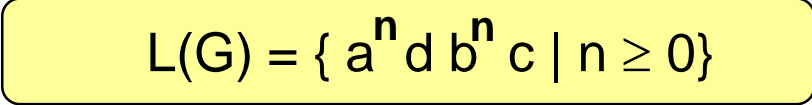
Kontextfreie Grammatik / Sprache

- **Produktionsregeln:** $A \rightarrow y$ $A \in N, y \in V^*$
d.h.: Links steht genau ein Nichtterminalsymbol
- **Wichtigste Klasse zur formalen Beschreibung der Syntax von Programmiersprachen.**
- **Es ist möglich, Automaten zu bauen, die Wörter einer kontextfreien Sprache erkennen (*Wortproblem*) und ihre syntaktische Struktur analysieren (Compilerbau)**
- **Notationen zur Darstellung kontextfreier Grammatiken**
 - *Syntaxdiagramme*
 - *Extended Backus-Naur-Form (EBNF)*

Grammatik - Beispiel

■ Sei $G = (N, T, P, S)$ mit

- $N = \{A, B\}$
- $T = \{a, b, c, d\}$
- $P = \{ \begin{array}{l} A \rightarrow aBbc, \\ B \rightarrow aBb, \\ aBb \rightarrow d \end{array} \}$
- $S = A$


$$L(G) = \{ a^n d b^n c \mid n \geq 0 \}$$

- G ist keine kontextfreie Grammatik, da die dritte Produktionsregel auf der linken Seite mehr als nur das Nichtterminalsymbol B enthält.

■ Ersetzt man in G die Produktionen P durch P' , dann ist G' kontextfrei. Es gilt $L(G) = L(G')$.

- $P' = \{ \begin{array}{l} A \rightarrow Bc, \\ B \rightarrow aBb, \\ B \rightarrow d \end{array} \}$

■ EBNF (Extended Backus-Naur-Form)


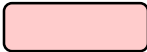
- kompaktere Repräsentation kontextfreier Grammatiken
- BNF erstmals benutzt zur Definition der Sprache *Algol-60*
- **EBNF-Notation**
 - ◆ = „definiert als“
 - ◆ (...|...) genau eine Alternative aus der Klammer muss kommen
 - ◆ [...] Inhalt der Klammer kann kommen oder nicht
 - ◆ { ... } Inhalt der Klammer kann n-fach kommen, $n \geq 0$
 - ◆ Terminalsymbole werden in " " eingeschlossen

Beispiel - Grammatik

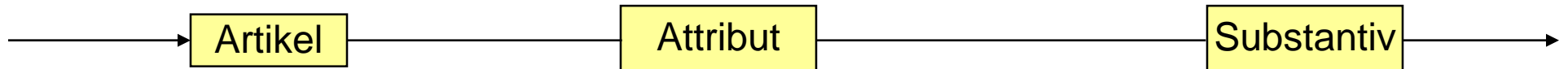
1	Satz	→	Subjekt Prädikat Objekt
2	Subjekt	→	Artikel Attribut Substantiv
3	Artikel	→	ε
4	Artikel	→	der
5	Artikel	→	die
6	Artikel	→	das
7	Attribut	→	ε
8	Attribut	→	Adjektiv
9	Attribut	→	Adjektiv Attribut
10	Adjektiv	→	kleine
11	Adjektiv	→	bissige
12	Adjektiv	→	große
13	Substantiv	→	Hund
14	Substantiv	→	Katze
15	Prädikat	→	jagt
16	Objekt	→	Artikel Attribut Substantiv

Syntaxdiagramme - 1

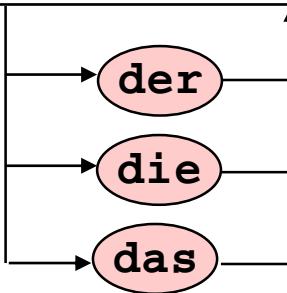
■ Syntaxdiagramme (beschreiben Produktionen *grafisch*)

- Nichtterminalsymbole sind Rechtecke 
- Terminalsymbole sind rund / oval 

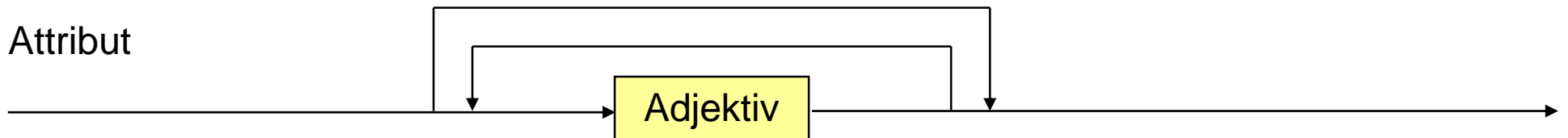
Subjekt



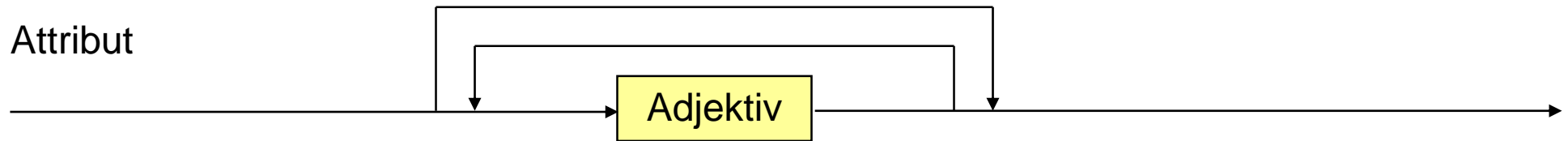
Artikel



Attribut



Syntaxdiagramme - 2



Alternative: **Rekursives** Syntaxdiagramm

