

---

# III. Funktionale Programmierung

- 1. Prinzipien der funktionalen Programmierung
- 2. Deklarationen
- 3. Ausdrücke
- 4. Muster (Patterns)
- 5. Typen und Datenstrukturen
- 6. Funktionale Programmieretechniken

# 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
- Abstrakte Datentypen und Vererbung

## Deklarative Sprachen

- Spezifikation dessen, was berechnet werden soll
- Compiler legt fest, wie Berechnung verläuft

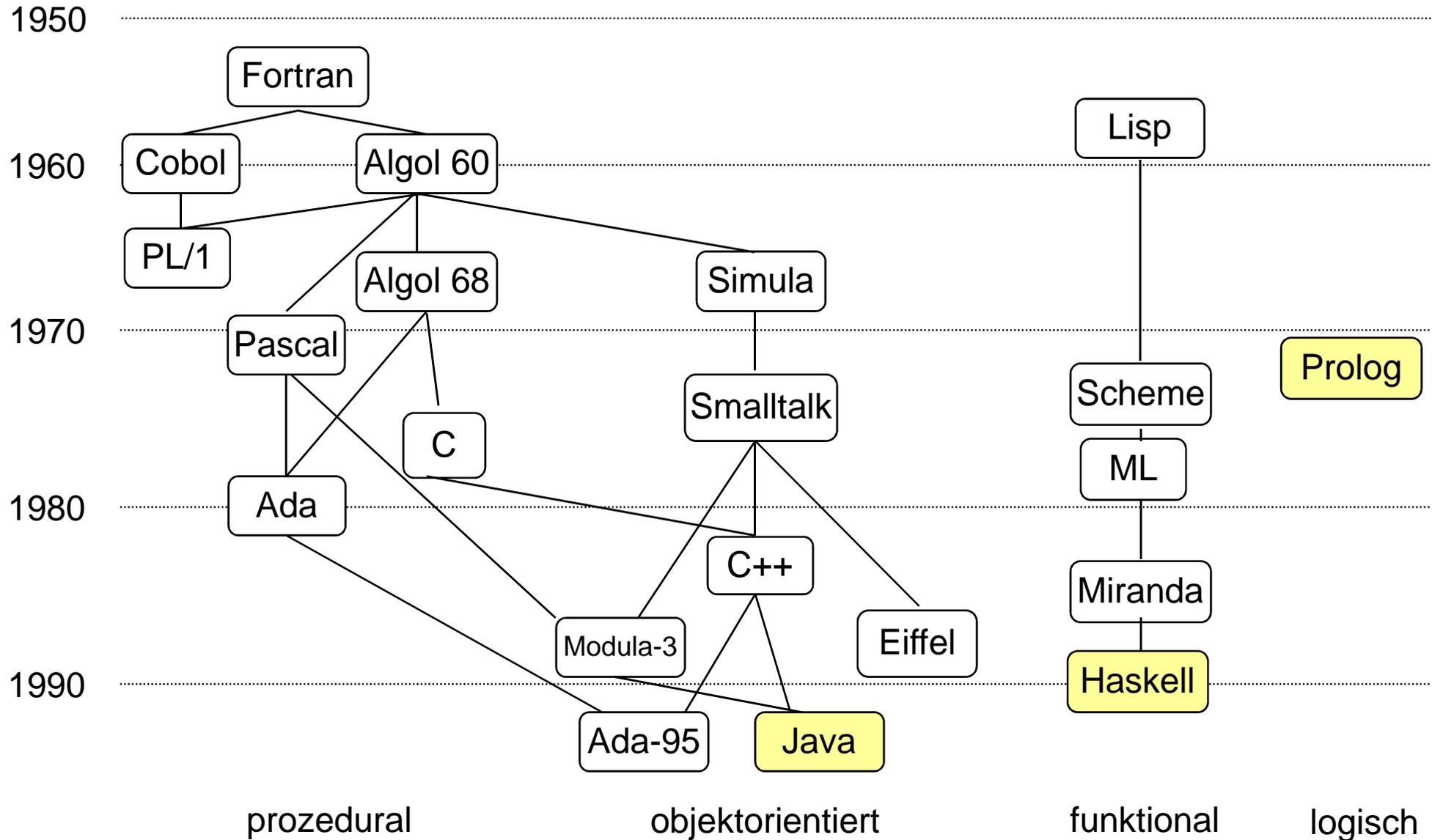
### ■ Funktionale Sprachen

- keine Seiteneffekte
- Rekursion

### ■ Logische Sprachen

- Regeln zur Definition von Relationen

# Wichtige Programmiersprachen



# Imperative Programmierung (*Java*)

Eingabe: Eine Liste  $x$   
Ausgabe: Länge der Liste  $x$   
Algorithmus:

1. Setze  $n = 0$ .
2. Falls  $x$  nicht die leere Liste ist, dann:
  - 2a. Lösche das erste Element von  $x$ .
  - 2b. Erhöhe  $n$  um 1.
  - 2c. Gehe zu Schritt 2.
3. Liefere  $n$  zurück.

```
class Element      {
    Vergleichbar wert;
    Element next; ... }

public class Liste {
    Element kopf;
    ...
    static int len (Liste x) {
        int n = 0;
        while (x.kopf != null) {
            x.kopf = x.kopf.next;
            n = n + 1;
        }
        return n;
    }
}
```

# Kennzeichen imperativer Programmierung

---

- Programm besteht aus einzelnen Anweisungen, die nacheinander abgearbeitet werden.
- Verschiedene Kontrollstrukturen, um Programmablauf zu steuern.
- Abarbeitung einer Anweisung ändert Werte der Variablen.
- Seiteneffekte
- Programmierer muss Speicherorganisation bedenken

# Funktionale Programmierung (*Haskell*)

---

- A. Falls die Liste `x` leer ist, so ist `len(x) = 0`.
- B. Falls die Liste `x` nicht leer ist und "rest" die Liste `x` ohne ihr erstes Element ist, so ist `len(x) = 1 + len(rest)`.

## Programm in *Haskell*:

```
len [] = 0  
len (kopf : rest) = 1 + len rest
```

# Ausführung funktionaler Programme

---

```
len [] = 0
```

```
len (kopf : rest) = 1 + len rest
```

```
len [15, 70, 36]
= 1 + len [70, 36]
= 1 + 1 + len [36]
= 1 + 1 + 1 + len []
= 1 + 1 + 1 + 0
= 3
```

# Kennzeichen funktionaler Programme

---

- **Rekursion statt Schleifen**
- **Keine Seiteneffekte (*referentielle Transparenz*)**
- **Funktionen als gleichberechtigte Datenobjekte (*Funktionen höherer Ordnung*)**
- **Verwendung von einer Funktions-Implementierung für verschiedene Typen (*Polymorphismus*)**
- **Programme sind kürzer, klarer, besser zu warten, zuverlässiger, schneller zu erstellen**

# Funktionale Programmierung (*Haskell*)

---

## ■ Interaktiver Modus des Glasgow Haskell Compilers (GHCi)

- Eingabe: Auszuwertender Ausdruck
- Ausgabe: Ergebnis des ausgewerteten Ausdrucks

## ■ Bsp:

- Eingabe: `len [15, 36, 70]`
- Ausgabe: `3`

## ■ Interpreter

- führen jede Zeile des Programms nacheinander aus.
- Vorteil: Keine vorherige Übersetzung nötig, gut zur Programmentwicklung geeignet.
- Nachteil: Ineffizienter als Compiler.