

## Teil II

# Kurzeinführung in die Programmiersprache C

- Literatur zur C-Programmierung:
  - ◆ Darnell, Margolis. *C: A Software Engineering Approach*. Springer 1991
  - ◆ Kernighan, Ritchie. *The C Programming Language*. Prentice-Hall 1988

# Überblick

- ◆ Struktur eines C-Programms
- ◆ Datentypen und Variablen
- ◆ Anweisungen
- ◆ Funktionen
- ◆ C-Preprozessor
- ◆ Programmstruktur und Module
- ◆ Zeiger(-Variablen)
- ◆ sizeof-Operator
- ◆ Explizite Typumwandlung — Cast-Operator
- ◆ Speicherverwaltung
- ◆ Felder
- ◆ Strukturen
- ◆ Ein- /Ausgabe
- ◆ Fehlerbehandlung

# Struktur eines C-Programms

**globale Variablendefinitionen**

**Funktionen**

```
int main(int argc, char *argv[]) {  
    Variablendefinitionen  
    Anweisungen  
}
```

## ■ Beispiel

```
int main(int argc, char *argv[]) {  
    printf("Hello World!");  
}
```

## ■ Übersetzen mit dem C-Compiler:

```
cc -o hello hello.c
```

## ■ Ausführen durch Aufruf von `hello`

# Datentypen und Variablen

- Datentypen legen fest:
  - ◆ Repräsentation der Werte im Rechner
  - ◆ Größe des Speicherplatzes für Variablen
  - ◆ erlaubte Operationen

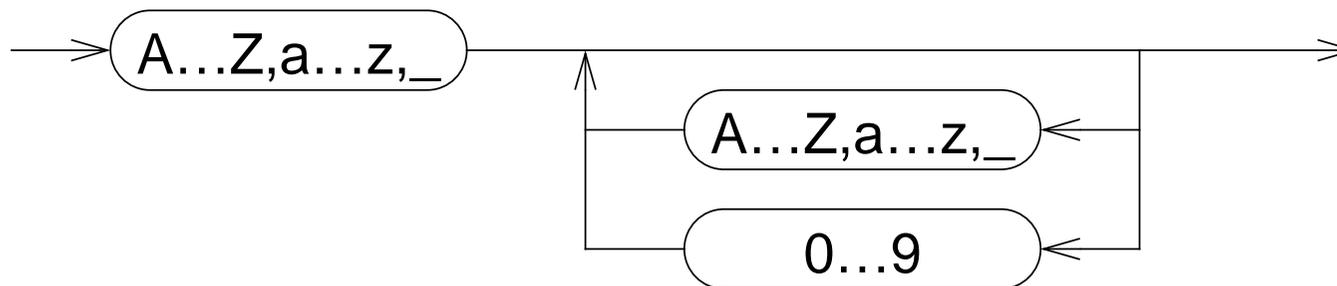
# 1 Standardtypen in C

- Eine Reihe häufig benötigter Datentypen ist in C vordefiniert

<code>char</code>	Zeichen (im ASCII-Code dargestellt, 8 Bit)
<code>int</code>	ganze Zahl (16 oder 32 Bit)
<code>float</code>	Gleitkommazahl (32 Bit) etwa auf 6 Stellen genau
<code>double</code>	doppelt genaue Gleitkommazahl (64 Bit) etwa auf 12 Stellen genau
<code>void</code>	ohne Wert

## 2 Variablen

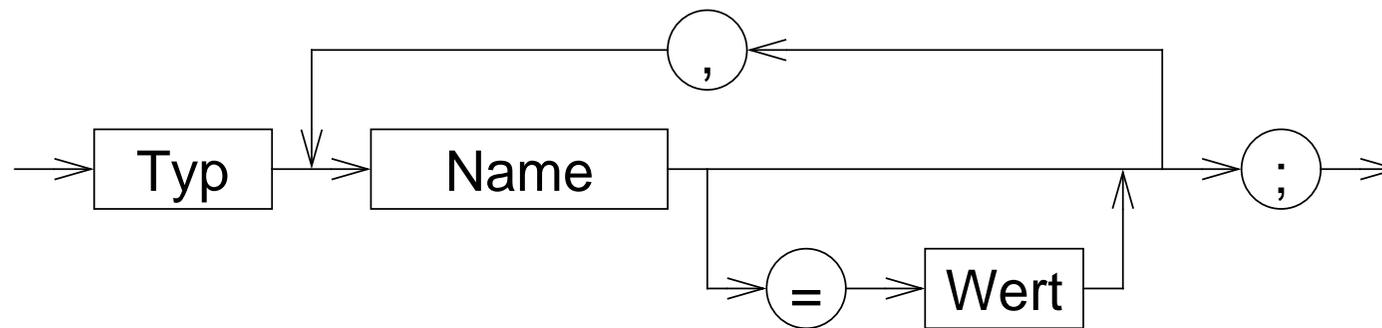
- Variablen besitzen
  - ◆ **Namen** (Bezeichner)
  - ◆ Typ
  - ◆ zugeordneten Speicherbereich für einen Wert des Typs  
Inhalt des Speichers (= **aktueller Wert** der Variablen) ist veränderbar!
  - ◆ **Lebensdauer**
- Variablenname:



(Buchstabe oder `_`,  
evtl. gefolgt von beliebig vielen Buchstaben, Ziffern oder `_`)

## 2 Variablen (2)

- eine **Variablen-Definition** deklariert eine Variable und reserviert den benötigten Speicherbereich



## 2 Variablen (3)

### ■ Variablen-Definition: Beispiele

```
int a1;  
float a, b, c, dis;  
int anzahl_zeilen=5;  
char trennzeichen;
```

### ■ Position von Variablendefinitionen im Programm:

- ◆ nach jeder "{"
- ◆ außerhalb von Funktionen

### ■ Wert kann bei der Definition initialisiert werden

### ■ Wert ist durch Wertzuweisung und spezielle Operatoren veränderbar

### 3 Strukturierte Datentypen (structs)

- Zusammenfassen mehrerer Daten zu einer Einheit

```
struct person {  
    char *name;  
    int  alter;  
};
```

- Variablen-Definition

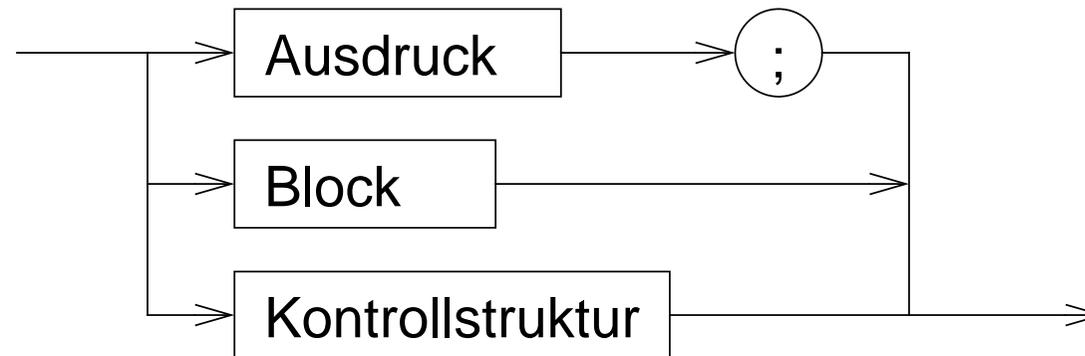
```
struct person p1;
```

- Zugriff auf Elemente der Struktur

```
p1.name = "Hans";
```

# Anweisungen

Anweisung:



## 1 Ausdrücke - Beispiele

- ◆ `a = b + c;`
- ◆ `{ a = b + c; x = 5; }`
- ◆ `if (x == 5) a = 3;`

## 2 Blöcke

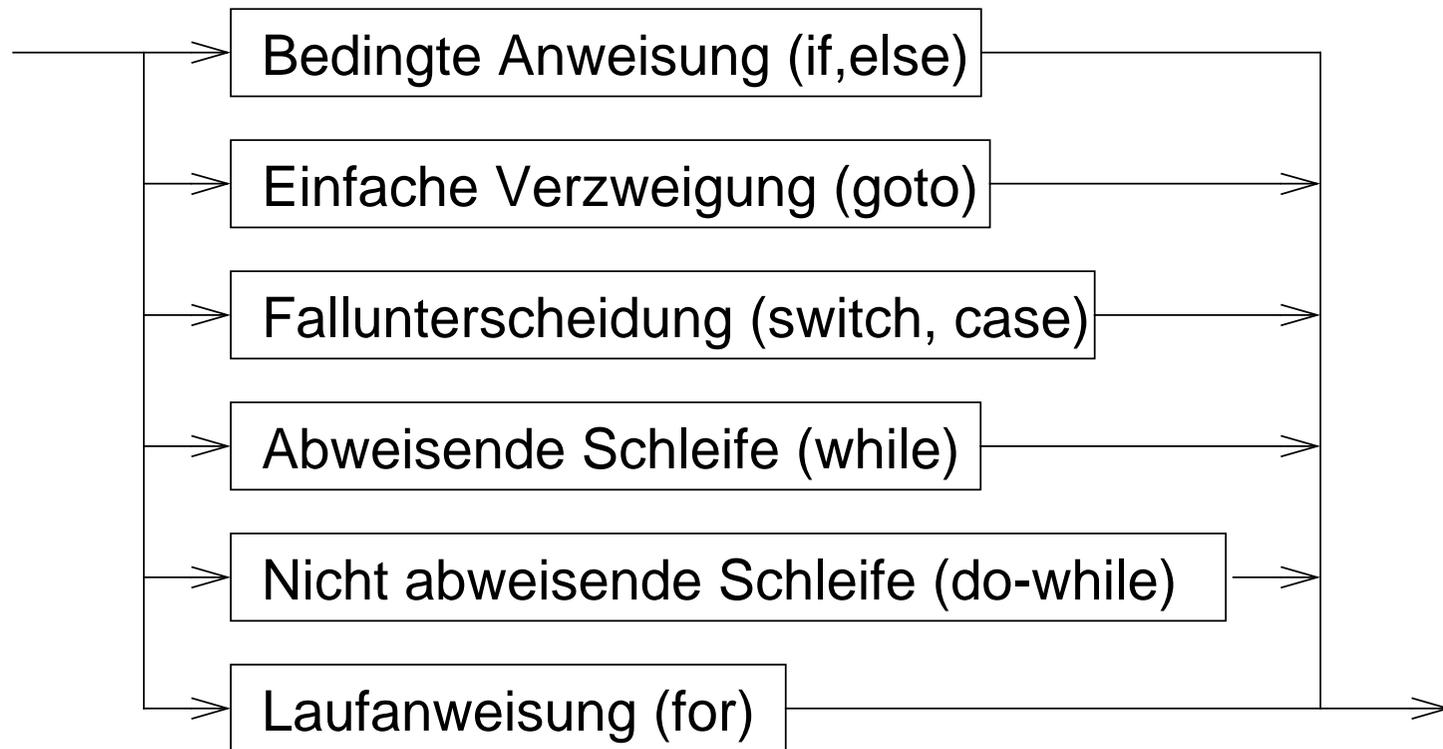
- Zusammenfassung mehrerer Anweisungen
- Lokale Variablendefinitionen → Hilfsvariablen
- Schaffung neuer Sichtbarkeitsbereiche (**Scopes**) für Variablen

```
main()  
{  
    int x, y, z;  
    x = 1;  
    {  
        int a, b, c;  
        a = x+1;  
        {  
            int a, x;  
            x = 2;  
            a = 3;  
        }  
        /* a: 2, x: 1 */  
    }  
}
```

### 3 Kontrollstrukturen

- Kontrolle des Programmablaufs in Abhängigkeit vom Ergebnis von Ausdrücken

Kontrollstruktur:



## 4 Kontrollstrukturen — Schleifensteuerung

### ■ break

- ◆ bricht die umgebende Schleife bzw. `switch`-Anweisung ab

```
int c;  
  
do {  
    if ( (c = getchar()) == EOF ) break;  
    putchar(c);  
}  
while ( c != '\n' );
```

### ■ continue

- ◆ bricht den aktuellen **Schleifendurchlauf** ab
- ◆ setzt das Programm mit der Ausführung des Schleifenkopfes fort

# Funktionen

- **Funktion =**  
Programmstück (Block), das mit einem **Namen** versehen ist und dem zum Ablauf **Parameter** übergeben werden können
- Funktionen sind die elementaren Bausteine für Programme
  - ↳ verringern die **Komplexität** durch Zerteilen umfangreicher, schwer überblickbarer Aufgaben in kleine Komponenten
  - ↳ erlauben die **Wiederverwendung** von Programmkomponenten
  - ↳ verbergen **Implementierungsdetails** vor anderen Programmteilen (**Black-Box-Prinzip**)

## 1 Funktionsdefinition

---

- Schnittstelle (Ergebnistyp, Name, Parameter)
- + Implementierung

## 2 Beispiel Sinusberechnung

```
#include <stdio.h>
#include <math.h>

double sinus (double x)
{
    double summe;
    double x_quadrat;
    double rest;
    int k;

    k = 0;
    summe = 0.0;
    rest = x;
    x_quadrat = x*x;

    while ( fabs(rest) > 1e-9 ) {
        summe += rest;
        k += 2;
        rest *= -x_quadrat/(k*(k+1));
    }
    return(summe);
}
```

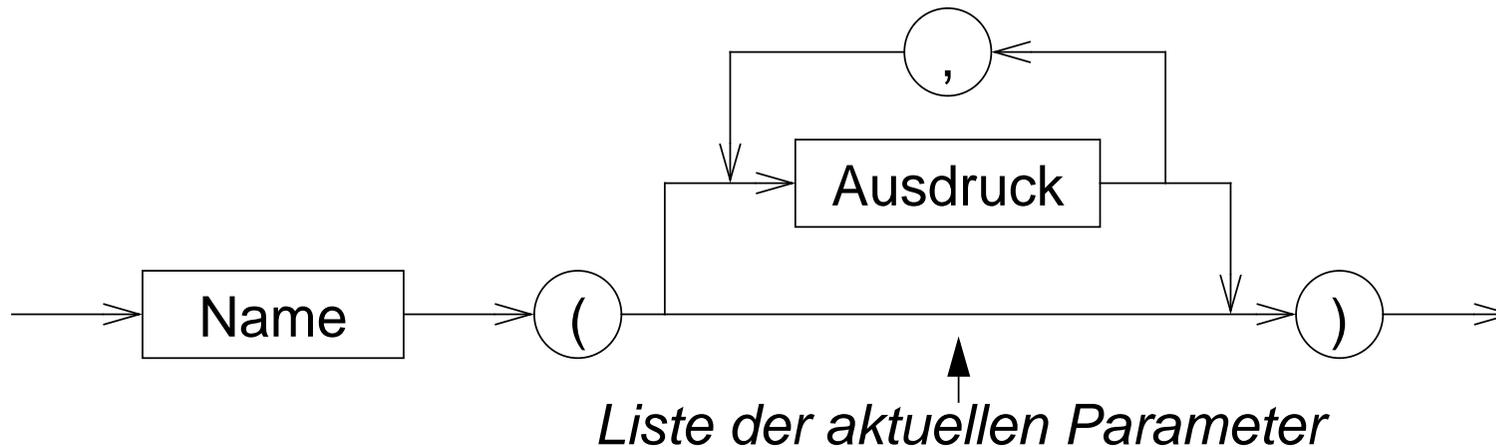
```
int main(int argc, char *argv[])
{
    double wert;

    printf("Berechnung des Sinus von ");
    scanf("%lf", &wert);
    printf("sin(%lf) = %lf\n",
           wert, sinus(wert));
}
```

- beliebige Verwendung von `sinus` in Ausdrücken:

```
y = exp(tau*t) * sinus(f*t);
```

### 3 Funktionsaufruf



- Die Ausdrücke in der Parameterliste werden ausgewertet, **bevor** in die Funktion gesprungen wird  
↳ **aktuelle Parameter**
- Anzahl und Typen der Ausdrücke in der Liste der aktuellen Parameter müssen mit denen der formalen Parameter in der Funktionsdefinition übereinstimmen
- Die Auswertungsreihenfolge der Parameterausdrücke ist **nicht** festgelegt

## 4 Regeln

- Funktionen werden global definiert
- `main()` ist eine normale Funktion, die aber automatisch als erste beim Programmstart aufgerufen wird
- rekursive Funktionsaufrufe sind zulässig
  - ↳ eine Funktion darf sich selbst aufrufen (z. B. zur Fakultätsberechnung)

```
int fakultaet(int n)
{
    if ( n == 1 )
        return(1);
    else
        return( n * fakultaet(n-1) );
}
```

## 4 Regeln (2)

- Funktionen müssen **deklariert** sein, bevor sie aufgerufen werden
  - = Rückgabebetyp und Parametertypen müssen bekannt sein
  - ◆ durch eine Funktionsdefinition ist die Funktion automatisch auch deklariert
  
- wurde eine verwendete Funktion vor ihrer Verwendung nicht deklariert, wird automatisch angenommen
  - Funktionswert vom Typ **int**
  - 1. Parameter vom Typ **int**
  - ↳ **schlechter Programmierstil → fehleranfällig**

## 5 Funktionsdeklaration

- soll eine Funktion vor ihrer Definition verwendet werden, kann sie durch eine **Deklaration** bekannt gemacht werden (Prototyp)

- ◆ Syntax:

```
Typ Name ( Liste formaler Parameter );
```

- Parameternamen können weggelassen werden, die Parametertypen müssen aber angegeben werden!

- ◆ Beispiel:

```
double sinus(double);
```

## 6 Funktionsdeklarationen — Beispiel

```
#include <stdio.h>
#include <math.h>

double sinus(double);
/* oder: double sinus(double x); */

main()
{
    double wert;

    printf("Berechnung des Sinus von ");
    scanf("%lf", &wert);
    printf("sin(%lf) = %lf\n",
           wert, sinus(wert));
}
```

```
double sinus (double x)
{
    double summe;
    double x_quadrat;
    double rest;
    int k;

    k = 0;
    summe = 0.0;
    rest = x;
    x_quadrat = x*x;

    while ( fabs(rest) > 1e-9 ) {
        summe += rest;
        k += 2;
        rest *= -x_quadrat/(k*(k+1));
    }
    return(summe);
}
```

## 7 Parameterübergabe an Funktionen

- allgemein in Programmiersprachen vor allem zwei Varianten:
  - call by value (wird in C verwendet)
  - call by reference (wird in C **nicht** verwendet)
  
- call-by-value: Es wird eine Kopie des aktuellen Parameters an die Funktion übergeben
  - ↳ die Funktion kann den Übergabeparameter durch Zugriff auf den formalen Parameter lesen
  - ↳ die Funktion kann den Wert des formalen Parameters (also die Kopie!) ändern, ohne dass dies Auswirkungen auf den Wert des aktuellen Parameters beim Aufrufer hat
  - ↳ die Funktion kann über einen Parameter dem Aufrufer keine Ergebnisse mitteilen

# C-Preprozessor

- bevor eine C-Quelle dem C-Compiler übergeben wird, wird sie durch einen Makro-Preprozessor bearbeitet
- Anweisungen an den Preprozessor werden durch ein #-Zeichen am Anfang der Zeile gekennzeichnet
- die Syntax von Preprozessoranweisungen ist unabhängig vom Rest der Sprache
- Preprozessoranweisungen werden nicht durch ; abgeschlossen!
- wichtigste Funktionen:
  - #define**            Definition von Makros
  - #include**        Einfügen von anderen Dateien

# 1 Makrodefinitionen

- Makros ermöglichen einfache textuelle Ersetzungen (parametrierbare Makros werden später behandelt)
- ein Makro wird durch die `#define`-Anweisung definiert
- Syntax:

```
#define Makroname Ersatztext
```

- eine Makrodefinition bewirkt, dass der Preprozessor im nachfolgenden Text der C-Quelle alle Vorkommen von ***Makroname*** durch ***Ersatztext*** ersetzt
- Beispiel:

```
#define EOF -1
```

## 2 Einfügen von Dateien

- `#include` fügt den Inhalt einer anderen Datei in eine C-Quelldatei ein

- Syntax:

```
#include <Dateiname >  
oder  
#include "Dateiname "
```

- mit `#include` werden *Header*-Dateien mit Daten, die für mehrere Quelldateien benötigt werden, einkopiert
  - Deklaration von Funktionen, Strukturen, externen Variablen
  - Definition von Makros
- wird **Dateiname** durch `< >` geklammert, wird eine **Standard-Header-Datei** einkopiert
- wird **Dateiname** durch `" "` geklammert, wird eine Header-Datei des Benutzers einkopiert (vereinfacht dargestellt!)